HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

5029

Exchange.

April 29. 1907

5029

ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXXXIII

1906

SERIE QUARTA

VOLUME XIX.

CATANIA

C. GALÀTOLA, EDITORE

1906.

ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXXXIII

1906

SERIE QUARTA

VOLUME XIX.

CATANIA

C. GALÀTOLA, EDITORE

1906.

Catania — Stabilimento Tipografico C. Galàtola

Accademia Gioenia di Scienze Naturali
IN CATANIA

Cariche Accademiche per l'anno 1905-'906

UFFICIO DI PRESIDENZA

RICCÒ Uff. Prof. Annibale — *Presidente*
CLEMENTI Comm. Prof. Gesualdo — *Vice-Presidente*
RUSSO Prof. Achille — *Segretario*
PENNACCHIETTI Cav. Prof. Giovanni — *Vice-Segretario per la sezione di Scienze fisiche e matematiche*
FELETTI Cav. Prof. Raimondo — *Vice-Segretario per la sezione di Scienze naturali*

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

STADERINI Prof. Rutilio
PIERI Prof. Mario
PERRANDO Prof. Gian Giacomo
GRASSI Cav. Prof. Giuseppe — *Cassiere*
LAURICELLA Prof. Giuseppe — *Bibliotecario*

. . . . . .

Elenco dei Soci Onorari, Effettivi e Corrispondenti

Soci Onorari

NOMINATI DOPO L' APPROVAZIONE DEL NUOVO STATUTO

S. A. R. IL DUCA DEGLI ABRUZZI

Todaro sen. comm. prof. Francesco
Chaix prof. Emilio
Macaluso comm. prof. Damiano
Cannizzaro sen. gr. uff. prof. Stanislao
Mosso sen. comm. prof. Angelo
Blaserna sen. comm. prof. Pietro
Naccari uff. prof. Andrea
Strüver comm. prof. Giovanni
Ròiti uff. prof. Antonino
Cerruti sen. comm. prof. Valentino
Berthelot prof. Marcellino
Grassi cav. prof. Battista
Schiaparelli sen. comm. prof. Giovanni
Wiedemann prof. Eilhard
Capellini sen. comm. prof. Giovanni
Righi sen. prof. Augusto
Volterra sen. prof. Vito
Dini sen. comm. prof. Ulisse
Ciamician comm. prof. Giacomo
Dohrn comm. prof. Antonio
Briosi comm. prof. Giovanni

Soci Effettivi

1. **Clementi** comm. prof. Gesualdo
2. **Orsini Faraone** prof. Angelo
3. **Basile** prof. Gioachino
4. **Capparelli** uff. prof. Andrea
5. **Mollame** cav. prof. Vincenzo
6. **Aradas** cav. prof. Salvatore
7. **Di Sangiuliano** march. gr. uff. Ant.
8. **Ughetti** cav. prof. Giambattista
9. **Fichera** uff. prof. Filadelfo
10. **Feletti** cav. prof. Raimondo
11. **Pennacchietti** cav. prof. Giovanni
12. **Petrone** uff. prof. Angelo
13. **Riccò** Uff. prof. Annibale
14. **Curci** cav. prof. Antonino
15. **Bucca** prof. Lorenzo
16. **Grimaldi** cav. prof. Giov. Pietro
17. **Grassi** cav. prof. Giuseppe
18. **Di Mattei** uff. prof. Eugenio
19. **D' Abundo** prof. Giuseppe
20. **Lauricella** prof. Giuseppe
21. **Pieri** prof. Mario
22. **Staderini** prof. Rutilio
23. **Russo** prof. Achille
24. **Perrando** prof. Gian Giacomo
25. . . . . .
26. . . . . .
27. . . . . .
28. . . . . .
29. . . . . .
30. . . . . .

SOCI EFFETTIVI

DIVENUTI CORRISPONDENTI PER CAMBIAMENTO DI RESIDENZA

Speciale prof. Sebastiano
Stracciati prof. Enrico
Peratoner prof. Alberto
Leonardi gr. uff. avv. Giovanni *
Ricciardi uff. prof. Leonardo
Baccarini prof. Pasquale
Zanetti prof. Carlo Umberto
Cavara prof. Fridiano
Fubini prof. Guido

SOCI CORRISPONDENTI

NOMINATI DOPO L'APPROVAZIONE DEL NUOVO STATUTO

Pelizzari prof. Guido
Martinetti prof. Vittorio
Meli prof. Romolo
Papasogli prof. Giorgio
Condorelli Francaviglia dott. Mario
Pisani dott. Rocco
Bassani cav. prof. Francesco
Gaglio cav. prof. Gaetano
Moscato dott. Pasquale
Guzzardi dott. Michele
Alonzo dott. Giovanni
Distefano dott. Giovanni
Gozzolino uff. prof. Vincenzo
Magnanini prof. Gaetano
Sella prof. Alfonso
Pagliani cav. prof. Stefano
Chistoni cav. prof. Ciro
Galitzine Principe Boris
Battelli cav. prof. Angelo
Guglielmo prof. Giovanni
Cardani cav. prof. Pietro
Garbieri cav. prof. Giovanni
Giannetti cav. prof. Paolo
Cervello comm. prof. Vincenzo
Albertoni cav. prof. Pietro
La Monaca dott. Silvestro
Luciani sen. comm. prof. Luigi
Zona cav. prof. Temistocle
Bazzi prof. Eugenio
Chironi cav. prof. Vincenzo
Morselli prof. Enrico
Raffo dott. Guido
Materazzo dott. Giuseppe
Borzì cav. prof. Antonio
Falco dott. Francesco
Del Lungo prof. dott. Carlo
Giovannozzi prof. Giovanni
Kohlrausch prof. Giovanni
Zambacco dott. N.
Donati prof. Luigi
De Heen prof. Pietro
Pernice prof. Biagio
Caldarera dott. Gaetano
Salomone Marino prof. Salvatore
Pandolfi dott. Eduardo
Lo Bianco dott. Salvatore
Guzzanti cav. Corrado
Valenti prof. Giulio
Majorana dott. Quirino
Boggio-Lera prof. Enrico
Lo Priore prof. Giuseppe
Pinto prof. Luigi
Romiti Prof. Guglielmo
. . . . . .

* Divenuto Socio corrispondente per dimissione dal grado di effettivo.

Memoria I.

Sul movimento piano di un punto materiale libero nello spazio

Nota di G. PENNACCHIETTI

Il Prof. *Giuseppe Bardelli* in una Nota pubblicata nei Rendiconti dell' Istituto Lombardo (1) si propone il problema, per cui, date le equazioni differenziali del moto di un punto materiale libero nello spazio, si vuol riconoscere, senza eseguire nemmeno parziali integrazioni, se la traiettoria è piana. Non mi sembra superfluo aggiungere alcuni, per quanto semplici, svolgimenti alle considerazioni del *Bardelli*, le quali, sebbene riferentisi a problema di facile soluzione, hanno tuttavia senza alcun dubbio molta importanza.

1. Siano:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = X, \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = Y, \quad \frac{d^2 z}{dt^2} = Z \tag{1}$$

le equazioni differenziali del moto e le forze X, Y, Z siano date in modo che la traiettoria sia in un piano passante per un punto dato che prenderemo, per semplicità, come origine delle coordinate. La equazione del piano sia:

$$x + c_1 y + c_2 z = 0, \tag{2}$$

dove i coefficienti c_1, c_2 sono arbitrari e la loro determinazione, nell' ipotesi fatta sulle forze date, sarà completa appenachè sa-

Serie II, vol. XXXVIII, 1905.

ranno conosciuti i dati iniziali del problema del moto. Denotando con apici le derivate rispetto al tempo e dovendosi avere:

$$x' + c_1 y' + c_2 z' = 0, \tag{3}$$

il problema del moto ammetterà i due integrali primi frazionari rispetto a x', y', z':

$$c_1 = \frac{zx' - xz}{yz' - zy'}, \quad c_2 = \frac{xy' - yx'}{yz' - zy'}. \tag{4}$$

Le (4) esprimono la proprietà, manifesta *a priori*, che, se la traiettoria è piana, il momento geometrico della quantità di moto o della velocità è normale al piano della traiettoria stessa.

Dalla (3) si avrà identicamente, in virtù del sistema (1) delle equazioni differenziali del moto:

$$X + c_1 Y + c_2 Z = 0. \tag{5}$$

Eliminando c_1, c_2 dalle tre equazioni lineari simultanee (2) (3), (5) ovvero derivando totalmente l'una o l'altra delle (4) con riguardo alle (1), si avrà:

$$\begin{vmatrix} x, & y, & z \\ x', & y', & z' \\ X, & Y, & Z \end{vmatrix} = 0,$$

la quale equazione, sviluppata, prende la forma:

$$X(yz' - zy') + Y(zx' - xz') + Z(xy' - yx') = 0, \tag{6}$$

od anche:

$$x'(yZ - zY) + y'(zX - zZ) + z'(xY - yX) = 0.$$

Da ciò risulta immediatamente la seguente proposizione, che è però evidente *a priori* senza che alcun calcolo sia necessario, cioè: *La condizione necessaria e sufficiente affinchè un mo-*

bile libero nello spazio, sotto l' azione di una forza, descriva una traiettoria situata in un piano passante per un punto dato, è che la forza sia normale al momento geometrico della velocità rispetto al punto dato, o ciò che è lo stesso, *il momento geometrico della forza rispetto al punto dato sia normale alla velocità.*

Se le forze debbono, per ipotesi dipendere unicamente dalle coordinate x, y, z e possono dipendere, anche esplicitamente, dal tempo, ma non debbono dipendere dalle componenti x', y', z' della velocità, la (6) non può essere soddisfatta che quando sia:

$$\frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{Z}{z}.$$

In questo caso particolare il momento geometrico della quantità di moto non solo è normale alla traiettoria, ma, come si sa, è inoltre costante in grandezza ed il problema del moto ammette i tre integrali notissimi delle aree, cioè sono costanti il denominatore comune e i due numeratori dei rapporti che costituiscono i secondi membri dei due integrali (4). Dunque: *La condizione necessaria e sufficiente affinchè un mobile, libero nello spazio, nell' ipotesi che le tre componenti della forza debbano dipendere dalle sole coordinate e possano dipendere dal tempo, anche esplicitamente, ma non dalle componenti x', y', z' della velocità, resti in un piano passante per un punto dato, è che la linea d' azione della forza passi costantemente per questo punto.*

II. Più generalmente la traiettoria si trovi in un piano qualunque, cioè si tolga la restrizione che il piano passi per un punto dato e la equazione del piano sia:

$$c_1x + c_2y + c_3z = 1. \tag{1}$$

Si dovrà avere:

$$c_1x' + c_2y' + c_3z' = 0, \tag{2}$$

$$c_1X + c_2Y + c_3Z = 0, \tag{3}$$

$$c_1X' + c_2Y' + c_3Z' = 0. \tag{4}$$

essendo X', Y', Z', le derivate totali di X, Y, Z, rispetto al tempo.

Si dovrà avere identicamente:

$$(5) \qquad \begin{vmatrix} x', & y', & z' \\ X, & Y, & Z \\ X', & Y', & Z' \end{vmatrix} = 0.$$

Supponendo che X, Y, Z dipendano generalmente da x, y, z, x', y', z', t, è questa un' equazione differenziale parziale alla quale debbono soddisfare X, Y, Z affinchè il problema del moto ammetta l' integrale (1), o ciò che è lo stesso, il problema del moto ammetta i tre integrali primi frazionari che si ottengono risolvendo le (1), (2), (3) rispetto alle tre costanti c_1, c_2, c_3.

Aggiungiamo la restrizione che X, Y, Z debbano dipendere unicamente dalla posizione del mobile e possano dipendere dal tempo anche esplicitamente, ma non debbano dipendere da x', y', z'. Allora la (5) sviluppata diviene:

$$\left(\frac{\partial X}{\partial t} + \frac{\partial X}{\partial x} x' + \frac{\partial X}{\partial y} y' + \frac{\partial X}{\partial z} z'\right)(Yz' - Zy') +$$
$$\left(\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{\partial Y}{\partial x} x' + \frac{\partial Y}{\partial y} y' + \frac{\partial Y}{\partial z} z'\right)(Zx' - Xz') +$$
$$\left(\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial Z}{\partial x} x' + \frac{\partial Z}{\partial y} y' + \frac{\partial Z}{\partial z} z'\right)(Xy' - Yx') = 0.$$

Uguagliando a zero i coefficienti di x'^2, y'^2, z'^2, $x'y'$, $y'z'$, $z'x'$, si hanno le sei equazioni:

$$(6) \qquad Z\frac{\partial Y}{\partial x} - Y\frac{\partial Z}{\partial x} = 0, \quad X\frac{\partial Z}{\partial y} - Z\frac{\partial X}{\partial y} = 0, \quad Y\frac{\partial X}{\partial z} - X\frac{\partial Y}{\partial z} = 0,$$

$$(7) \qquad \begin{cases} X\dfrac{\partial Z}{\partial x} - Y\dfrac{\partial Z}{\partial y} + Z\left(\dfrac{\partial Y}{\partial y} - \dfrac{\partial X}{\partial x}\right) = 0, \\ Y\dfrac{\partial X}{\partial y} - Z\dfrac{\partial X}{\partial z} + X\left(\dfrac{\partial Z}{\partial z} - \dfrac{\partial Y}{\partial y}\right) = 0, \\ Z\dfrac{\partial Y}{\partial z} - X\dfrac{\partial Y}{\partial x} + Y\left(\dfrac{\partial X}{\partial x} - \dfrac{\partial Z}{\partial z}\right) = 0. \end{cases}$$

Però l' ultima equazione è una combinazione lineare delle precedenti (6), (7), perchè moltiplicando le (6), le (7) e l'ultima rispettivamente per $-X^2$, $-Y^2$, $-Z^2$, XY, YZ, ZX e sommando, si ottiene manifestamente un' identità.

Finalmente eguagliando a zero i coefficienti di x', y', z', si ha:

$$\frac{\frac{\partial X}{\partial t}}{X} = \frac{\frac{\partial Y}{\partial t}}{Y} = \frac{\frac{\partial Z}{\partial t}}{Z}. \tag{8}$$

Dalle (6) si deduce:

$$X = Y f_3 (x, y, t), \quad Y = Z f_1 (y, z, t), \quad Z = X f_2 (z, x, t), \tag{9}$$

essendo f_1, f_2, f_3 tre funzioni soddisfacenti identicamente alla relazione:

$$f_1 (y, z, t) \cdot f_2 (z, x, t) \cdot f_3 (x, y, t) = 1.$$

Da questa identità è facile trarre che, in generale, dovrà essere:

$$\left\{ \begin{aligned} f_1 (y, z, t) &= \frac{\Psi_3 (z, t)}{\Psi_2 (y, t)}, \\ f_2 (z, x, t) &= \frac{\Psi_1 (x, t)}{\Psi_3 (z, t)}, \\ f_3 (x, y, t) &= \frac{\Psi_2 (x, t)}{\Psi_1 (x, t)}, \end{aligned} \right. \tag{10}$$

essendo $\Psi_1 (x, t)$, $\Psi_2 (y, t)$, $\Psi_3 (z, t)$ tre funzioni arbitrarie degli argomenti posti in evidenza.

Esprimendo che le (9) e (10) soddisfano alla prima delle (7) si trova facilmente che dev' essere:

$$\Psi_1 (x, t) = \frac{1}{\pi_0 (t)\, x + \pi_1 (t)}, \quad \Psi_2 (y, t) = \frac{1}{\pi_0 (t)\, x + \pi_2 (t)}.$$

Esprimendo finalmente che anche la seconda delle (7) dev' essere soddisfatta, si trova :

$$\Psi_3 (z, t) = \frac{1}{\pi_0 (t) z + \pi_3 (t)},$$

ove $\pi_3 (t)$ è una funzione arbitraria di t.

Tenendo adunque conto soltanto delle (6), (7), si ha :

$$\frac{X}{\pi_0 (t) x + \pi_1 (t)} = \frac{Y}{\pi_0 (t) x + \pi_2 (t)} = \frac{Z}{\pi_0 (t) z + \pi_3 (t)}$$

e finalmente, tenendo conto anche delle (8), si vede che $\pi_0 (t)$, $\pi_1 (t)$, $\pi_2 (t)$, $\pi_3 (t)$ devono ridursi a costanti k, a, b, c, all' infuori di un fattore comune $f (t)$ funzione del tempo, il quale fattore può evidentemente essere soppresso.

Si avranno così le seguenti condizioni per le forze :

$$\frac{X}{kx + a} = \frac{Y}{ky + b} = \frac{Z}{kz + c}. \tag{11}$$

Se è identicamente $k = o$, la forza ha direzione costante ; se $k \neq o$, la sua linea d' azione passa per il punto fisso di coordinate $-\frac{a}{k}, -\frac{b}{k}, -\frac{c}{k}$. Se sono dati i rapporti di tre delle quantità k, a, b, c alla quarta, cioè se è dato il punto pel quale deve passare costantemente la linea d' azione della forza, le costanti c_1, c_2, c_3 che figurano nell' equazione (1) del piano, si determinano per mezzo delle equazioni :

$$c_1 x_0 + c_2 y_0 + c_3 z_0 = 1,$$
$$c_1 x'_0 + c_2 y'_0 + c_3 z'_0 = 0,$$
$$c_1 a + c_2 b + c_3 c + k = 0,$$

a cui, in virtù delle (11), si riduce il sistema delle (1), (2), (3) per la sostituzione dei valori iniziali.

Si conclude che: *La condizione necessaria e sufficiente affinchè un mobile, libero nello spazio, soggetto all' azione di una forza le cui tre componenti debbano dipendere dalla posizione del mobile e possano dipendere dal tempo anche esplicitamente, ma non debbano dipendere dalle componenti della velocità, descriva una traiettoria piana, è che la forza sia centrale, cioè diretta verso un punto fisso, che può essere anche a distanza infinita.*

Catania, 10 aprile 1906.

Memoria II.

Ricerche intorno al ciclo evolutivo di una interessante forma di *Pleospora herbarum* (Pers.) Rab.

per F. CAVARA e N. MOLLICA

(con 2 tavole e figure intercalate nel testo)

Le ricerche che sono oggetto della presente memoria si riferiscono allo studio del ciclo evolutivo di una forma di *Pleospora herbarum* (Pers.) Rab. riscontrata su foglie di *Corypha australis*, e che, cimentata in vari substrati di coltura, diede con straordinaria costanza ed in copia stragrande, veramente insperata, determinate forme di organi riproduttori.

Da qualche anno un bell' esemplare di *Corypha australis*, coltivato in piena terra all' Orto botanico di Catania, andava soggetto a singolari alterazioni delle foglie che dinotavano un processo patologico perpetuantesi da un periodo vegetativo all'altro. Le foglie giovani, appena dispiegatesi, vi andavano soggette e le alterazioni si accentuavano sempre più col graduale sviluppo delle foglie stesse, così da fare pensare che il processo patologico fosse di natura infettiva.

L' osservazione attenta delle foglie malate mise in evidenza realmente che sulle porzioni alterate si presentavano qua e là dei minuti corpiccioli nerastri, prominenti che erompevano dalla epidermide lacerata e che, ad un occhio abituato, si palesavano quali concettacoli fruttiferi di un micromicete. Esaminati infatti al microscopio, risultavano quali peritecî di uno sferiaceo e precisamente di una *Pleospora*. La costanza colla quale si presentavano cotesti peritecî nelle porzioni inaridite del lembo fogliare, la consociazione che qua e là essi mostravano di avere con forme conidiche, che si connettono col ciclo evolutivo di tal genere di pirenomiceti, avvalorarono l'idea che ad un *Pleo-*

spora fosse dovuto il caso patologico offerto dalla *Corypha australis*. Se ne intraprese perciò uno studio sia per accertare i rapporti di parassitismo, sia per portare un contributo alla conoscenza del suo ciclo evolutivo. Il materiale si prestava molto opportunamente ad una indagine perchè, come si disse, il processo patologico era continuativo su di un esemplare molto rigoglioso e ricco di foglie, le quali andavano successivamente soggiacendo alla infezione ed offrivano perciò stadi graduali di questa. Parte di materiale veniva, ad intervalli di tempo, debitamente fissato per opportune ricerche microscopiche, e parte ci serviva per le ricerche di coltura del micromicete e per altre investigazioni.

Caratteri macro-e microscopici delle alterazioni.

Sulle foglie di *Corypha australis*, che mostravano i primi indizî di alterazioni, si notavano delle minutissime lividure o macchie puntiformi giallastre, disposte in serie nel lembo decorrente fra i cordoni fibrovascolari, macchie dovute a degenerazione dei cloroplasti, e che viste per trasparenza si presentavano semidiafane e come una soluzione di continuità nel tessuto assimilatore. Tali piccole macchie finivano in appresso per confluire insieme in guisa da formare delle linee sinuose, limitate dai cordoni fibrovascolari e che in senso radiale si estendevano dalla base, o inserzione delle nervature, fino presso l' estremità delle lacinie delle foglie, che per solito non raggiungevano.

Mentre andavano così estendendosi le dette macchie assumevano grado a grado un colore giallo più scuro, fino a divenire giallo ocraceo o ferruginoso, dopodichè i tessuti, colpiti da necrosi, inaridivano e le macchie divenivano grigio-cineree; il lembo allora perdeva ogni consistenza, si faceva fragile e si rompeva lungo le porzioni alterate. Le nervature di vario ordine restavano solo in posto con sottile porzione di tessuto da parte a parte, onde l'intera foglia veniva ad essere divisa in numerose

fibrille riunite solo all' estremità delle lacinie e presso il picciolo (Fig. 1).

Fig. 1. — Foglia di *Corypha australis* colpita da infezione di *Pleospora*.

Prima ancora che avvenisse tale sfibrillamento delle foglie, sulle linee sinuose o strie di lembo alterato, si manifestavano i minuti concettacoli carbonacei del pirenomicete, molti dei quali restavano pure sulle porzioni sfrangiate aderenti alle nervature

Facendo bollire pezzettini di foglia alterata in idrato potassico per un certo tempo, passandoli successivamente in acido acetico ed in acqua glicerinata, si rendevano assai bene manifesti al microscopio tali concettacoli contornati da fitto intreccio di filamenti micelici, dei quali quelli che circondavano immediatamente i peritecî erano di colore bruno-olivaceo, mentre quelli che si internavano nel parenchima fogliare erano incolori o di un giallo chiaro. Oltre i peritecî si riscontravano alla superficie delle macchie fogliari delle forme conidiche riferibili ad *Alternaria* e a *Macrosporium*, ed anche degli aggruppamenti miceliari e dei veri e propri sclerozî.

Facendo delle sezioni trasversali o longitudinali, in corrispondenza delle porzioni alterate, si potè meglio stabilire il decorso del micelio, il quale era prettamente intercellulare. Per metterlo meglio in evidenza bastò trattare le sezioni con acqua di Javelle che, come è noto, asporta il contenuto delle cellule, e, dopo opportuni lavaggi, colorarle con bleu di metilene ed eosina o con verde luce e rosso Congo, od anche con acido lattico e bleu di Poirier.

Con tali processi si potè ben seguire il percorso del micelio anche in macchie incipienti, e là dove si iniziava la formazione dei conidiofori (Fig. 1, Tav. I). Le ife miceliche erano, come si disse, incolore nell'interno dei tessuti, qua e là ramificate e fornite a brevi intervalli di setti trasversali.

Il loro contenuto era dato da plasma finamente granulare e da piccoli nuclei che non presentavano una struttura differenziata, ma sembravano ridotti a piccole porzioni di sostanza cromatica.

Quale conseguenza del parassitismo del fungo, le cellule del mesofillo, ad immediato contatto del micelio, presentavano notevoli modificazioni sia nel contenuto che nelle membrane loro. Per quanto le ife non mandassero austorî nell' interno delle cellule, pure il loro decorso fra cellula e cellula non era senza azione disorganizzatrice. Fra i prodotti del metabolismo di queste

ife dovevanvi essere degli enzimi i quali agivano direttamente sulla lamella mediana sciogliendola, d' onde la dissociazione delle cellule, il disturbo immancabile nei processi osmotici di queste, quindi plasmolisi, degenerazione dei cloroplasti e del citoplasma. La scolorazione del mesofillo lungo le porzioni interfasciali era precisamente la esterna manifestazione dei disturbi fisiologici causati dal decorso intercellulare del micelio parassita.

Dalla natura delle alterazioni esterne e cioè dalla forma delle macchie limitate alle tenui porzioni di tessuto fogliare interposto alle nervature della *Corypha*, è lecito arguire che il micelio non aveva azione sopra gli elementi molto lignificati del tessuto conduttore, il quale rimaneva, come si disse, illeso. L'osservazione microscopica confermò appunto questo arresto nella diffusione del micelio in corrispondenza dei cordoni fibrovascolari; le ife miceliche, perciò, non avevano per svilupparsi che una direzione sola, quella delle porzioni di parenchima fogliare intercedenti fra le nervature. Quando esse avevano raggiunto da un lato la base della foglia e dall'altro l'estremità delle lacinie, ed il parenchima si era esaurito, il parassita si disponeva a fruttificare, sia emettendo ife conidifere che, o attraverso (Fig. 1, Tav. I) le cellule dello strato epidermico o per la via degli stomi, si rendevano libere all' esterno dando conidî, sia confluendo in determinati punti ove coll'anastomizzarsi delle ife si costituivano dei gangli micelici, d'onde poi si originavano sclerozî e concettacoli ascofori.

Le forme conidiche che si osservavano nelle foglie alterate erano riferibili, come si disse, a due tipi diversi e cioè a *Macrosporium* (Sarcinule) e ad *Alternaria* (piriformi ed a catenelle). Ciò mise in sospetto che sullo stesso substrato avessero preso stanza due specie di *Pleospora*, essendo ormai noto che alcune *Pleospora* hanno per forma conidica dei *Macrosporium*, altre invece delle *Alternaria*. Molto probabilmente una di queste specie si era sviluppata da saprofita sulle porzioni alterate di foglie di *Corypha* danneggiata dall' altra specie.

Questa supposizione era avvalorata da due circostanze: la prima che le due forme conidiche non si presentavano colla stessa costanza, nè sempre concomitanti, la seconda che anche i concettacoli ascofori avevano forma, dimensioni e distribuzione diversa. Gli uni erano più grandi e formati di un ostiolo prominente a guisa di collo più o meno incurvato, e sparsi qua e là; gli altri erano globosi, o globoso-depressi, più piccoli, senza collo e spesso riuniti a gruppetti. Nei primi si riscontravano aschi a spore piuttosto grandi, con sette sepimenti trasversali; nei secondi spore più piccole, a soli cinque setti.

Ci trovavamo perciò di fronte ad uno spiccato dualismo di forme sia conidiche sia periteciali, e ciò era tanto più singolare in quanto, per essere queste sulla stessa matrice, potevano risollevare il dubbio che entrambe appartenessero al ciclo evolutivo della omai tanto discussa *Pleospora herbarum*. Ciò ci indusse viemmaggiormente ad imprenderne uno studio accurato anche nello intento di portare luce su alcune fasi evolutive del tutto trascurate da coloro che fin qui si sono occupati di questo interessantissimo pirenomicete.

Il preteso polimorfismo della Pleospora herbarum (Pers.) Rab.

Non vi è forse in micologia argomento di ricerche così dibattuto come quello del ciclo evolutivo della *Pleospora herbarum* (Pers.) Rab., il tipo collettivo di pirenomicete altrettanto diffuso in natura quanto ricco di forme, e sviluppantesi sopra steli erbacei, foglie, frutti, etc., talora quale parassita, più spesso con caratteri di saprofita.

Il trovarsi i concettacoli ascofori di questo sferiaceo sovente associati con forme conidifere, picnidiche e spermogoniche ha fatto da tempo pensare alla correlazione di queste forme con le periteciali e vi è tutta una ricca letteratura sul pleiomorfismo della *Pleospora herbarum*.

Limitandoci ai più importanti lavori, riassumeremo qui brevemente le opinioni messe avanti da distinti micologi.

È noto come il Tulasne (1) assegnasse al ciclo della *Pleospora herbarum* ben cinque forme di sviluppo e cioè: periteci ascofori (*Sphaeria herbarum* Pers.), picnidî a stilospore minutissime (*Cytispora orbicularis* Berk., *Phoma herbarum* West.), conidî riferibili a *Cladosporium herbarum*, conidî a Sarcinula (*Macrosporium Sarcinula* Berk.) e conidî a catenella (*Helminthosporium tenuissimum* Kze, *Alternaria tenuis* Nees).

I criteri che condussero il Tulasne a tale coordinamento di forme furono suggeriti non da risultati di ricerche sperimentali, ma dall' osservazione della loro concomitanza o della loro successione sul medesimo substrato. Ne fa fede quanto egli scrisse intorno al modo e tempo di apparire delle varie forme: *Fungillus conidiophorus omni fere anni tempestate in herbis demortuis ubique frequentissimus apud nos reperitur, pycnides vero perithecia potissimus sero autumno et hyeme currente maturare solet.*

L' Hallier (2) andò più oltre ed aggiunse alle forme testè citate del Tulasne i corpuscoli del Cornalia, il *Penicillium glaucum*, il *Rhyzopus nigricans*, un *Micrococcus*, forme di *Mycothrix* e bacterî!

Il Fuckel (3) opinò che gli *Epicoccum* rappresentassero pure delle forme macroconidiche delle *Pleospora*.

Il Cooke (4) assegnò alla *Sphaeria* (*Pleospora*) *herbarum* il ciclo seguente:

« Conidia (*Cladosporium herbarum* Lk.); macroconidia (*Macrosporium Sarcinula* B. et Br.); pycnidia (*Myxosporium orbiculare* Berk.); stylosporae (*Phoma herbarum* West.); ascosporae (*Pleospora herbarum* Rab.) ».

---

(1) Tulasne. *Selecta Fungorum Carpologia*, II p. 261.

(2) Hallier. *Untersuch. ü. d. pflanzl. Organism.* etc. Potsdam 1868 — *Die Muscardine des Kieferspinners* (Zeitschrift für die Parasitenkunde Bd. I 1868).

(3) Fuckel. *Symbolae mycologicae*. Wiesbaden 1869.

(4) Cooke. *Handbook of British Fungi*, 1871, II, p. 896.

Gibelli e Griffini (1), i quali consacrarono lunghe ed accurate ricerche sperimentali allo studio del ciclo evolutivo della *Pleospora herbarum*, vennero alla conclusione che nelle forme assegnate dal Tulasne alla *Pleospora herbarum* si trovano gli elementi estremi almeno per due specie distinte, l'una a conidî sarciniformi e fornita di picnidî, l'altra a conidî di *Alternaria* e a picnidî ignoti. Il *Cladosporium herbarum* Lk. è forma concomitante quasi sempre colle diverse forme di *Pleospora*, ma è da escludersi dal ciclo evolutivo di queste.

Bauke (2), nel 1877, dalle ascospore di *Pleospora* ottenne: da alcune *Alternaria* e picnidî e da altre Sarcinule (*Macrosporium*) e peritecî, e concluse coll'assegnare entrambe le forme conidiche alla stessa *Pleospora* capace di un'alternanza di generazione.

Kohl (3), studiando nel 1883 anch'egli le forme ottenute dalle ascospore, giunse alle seguenti conclusioni:

1. Dalle *Alternaria* si hanno sempre *Alternaria*.

2. Le ascospore danno Sarcinule (*Macrosporium*) e peritecî ascofori.

3. Dalle stilospore di picnidî concomitanti coi peritecî di *Pleospora* si ottengono picnidî ed Alternarie.

E conformemente ai risultati ottenuti da Gibelli e Griffini conchiuse che si possono avere due distinte specie di *Pleospora*.

Il Saccardo nella *Sylloge* (4), a proposito della *Pleospora herbarum*, ammette però entrambe le forme conidiche di *Alternaria* e di *Macrosporium* ed anche uno stadio spermogonico (*Phoma herbarum* West.).

Il De Bary (5) ritenne intanto come fortemente verosimile la distinzione proposta da Gibelli e Griffini in due *Pleospora* a

---

(1) GIBELLI e GRIFFINI. *Sul Polimorfismo della Pleospora herbarum* Tul. (Archiv. trienn. del Laborat. di Botan. crittog. di Pavia.) 1874.

(2) BAUKE. *Beiträge zur Kenntniss der Pycniden*, Halle. 1877.

(3) KOHL. *Ueber den Polymorfismus von Pleospora herbarum*. (Bot. Centr.) 1883.

(4) SACCARDO. *Syll. Fung.* II. 1883. p. 247.

(5) DE BARY A. *Vergleich. Morph. u. Physiol. d. Pilze*, Leipzig. 1884.

forme conidiche rispettivamente di *Macrosporium* e di *Alternaria*.

Il compianto Berlese (1), annettendo alla *Pleospora herbarum* la forma conidica di *Macrosporium*, giudicò non provata invece la forma picnidica *(Phoma herbarum)*.

Il Mattirolo (2), partendo da ascospore di *Pleospora herbarum* tipica da un lato, e di *P. infectoria* Fuck. (= *P. Alternariae* Gib. et Griff.) dall'altro, ottenne dalla prima conidî a Sarcinula *(Macrosporium)* e dalla seconda Alternarie e picnidî, confermando così i risultati di Gibelli e Griffini e di Kohl. Arrivato a questa sola conclusione, non seguì l' ulteriore evoluzione delle colture.

Il Costantin (3) dalle spore di *Alternaria*, variando il substrato di coltura, ottenne forme somiglianti specialmente al *Cladosporium* ed altre che facevano transizione all'*Hormodendron*.

Il Brefeld (4) ottenne conidî di *Alternaria* tanto da *Pleospora infectoria* Fuck., quanto da *P. vulgaris* Niessl.; invece da ascospore di *P. herbarum*, presa da diversi substrati, ottenne sempre Sarcinule e solo dopo quattro mesi accenni di peritecî che non arrivarono a completarsi.

Infine il Peglion (5), a proposito di una speciale infezione dei semi di Erba medica e di Trifoglio, ebbe ad osservare su questi semi, tenuti in opportune condizioni, lo sviluppo di catenelle di *Alternaria tenuis* Nees, e dopo alcuni giorni la formazione di sclerozî e di concettacoli ascofori riferibili alla *Pleospora Alternariae* Gib. et Griff.

*
* *

Come si rileva facilmente dalla citata letteratura sono due le correnti intorno al polimorfismo della *Pleospora herbarum*

(1) Berlese A. N. *Monografia dei generi Pleospora* etc. 1888.

(2) Mattirolo O. *Sul polimorfismo della Pleospora herbarum* etc. (Malpighia) 1888.

(3) Costantin I. *Sur les variations des Alternaria et des Cladosporium*. (Rev. génér. de bot. 1889).

(4) Brefeld O. *Untersuchung. aus d. Gesammtgebiete der Myeologie*. X Heft.

(5) Peglion V. *Di una speciale infezione crittogamica dei semi di erba medica* etc. (Rend. Acc. d. Lincei 1903).

Pers.: l'una, secondo la quale al ciclo evolutivo di questo pirenomicete apparterrebbero una forma ascofora, una picnidica o spermogonifera e più forme conidiche, ed è la corrente della vecchia scuola di micologi descrittori (Tulasne, Hallier, Fuckel, Cook, etc.), invano tentata di risollevare da Bauke; l'altra, che è data dalla scuola moderna di micologi sperimentatori (Gibelli e Griffini, Kohl, de Bary, Brefeld, Mattirolo, Peglion), secondo la quale due specie almeno di *Pleospora* sono da distinguere nel tipo della *P. herbarum* Pers., e cioè una (*P. Sarcinulae* Gib. et Griff.) ad ascospore più grandi, a 7 sepimenti trasversali, dalle quali nelle colture si hanno conidî a Sarcinula o *Macrosporium*, ed un'altra ad ascospore più piccole, a soli 5 setti trasversali, dalle quali nelle colture si hanno per conidî delle *Alternaria*.

Mentre non vi ha dubbio alcuno sulla costanza delle forme conidiche rispettivamente di *Macrosporium* e di *Alternaria* per le due specie di *Pleospora* (*P. herbarum* = *P. Sarcinulae*, e *P. infectoria* = *P. Alternariae*), altrettanto non può dirsi per le forme picnidiche ottenute talora per l'una specie di *Pleospora* e non per l'altra e vice-versa

Le osservazioni di Bauke, portanti alla unificazione delle due specie di *Pleospora* in un solo tipo a ciclo alternante ora a conidî di *Macrosporium* ora di *Alternaria* con micelî anche dimorfi, sono contradette dalle ricerche dei più; e così anche quelle di Costantin intorno ai possibili passaggi da *Alternaria* a *Cladosporium* e *Hormodendron*, essendo stata da tutti gli sperimentatori citati esclusa la forma di *Cladosporium* dal ciclo evolutivo della *Pleospora herbarum* e della *P. infectoria*.

Le nostre colture.

Portati da queste controversie a prendere in nuovo esame la questione del polimorfismo della *Pleospora herbarum* ed avendo a nostra disposizione materiale offrente le due forme critiche

e cotanto cimentate, ci accingemmo pur noi a delle ricerche di colture sperimentali.

Nel Dicembre del 1904 si cominciarono i primi saggi sulla germinazione delle ascospore della forma maggiore, come chiameremo la *Pleospora* a peritecî più grandi, erompenti, con lungo collo ricurvo ed aventi spore a sette sepimenti trasversali, riferibile quindi alla *Pleospora Sarcinulae* Gib. et Griff.

Le prime prove di germinazione furono anzitutto fatte in acqua potabile (1), sterilizzata mediante ebullizione prolungata. I peritecî di *Pleospora*, tolti con un ago dalle porzioni alterate di foglia di *Corypha*, venivano enucleati direttamente sul vetrino portaoggetti, contenente una goccia d'acqua, esercitando una lieve pressione o col coprioggetti o con una lancetta, l'uno e l'altra sterilizzati alla fiamma. Trasportando in altro vetrino il nucleo di aschi fuoruscito e comprimendolo di nuovo colla lancetta si mettevano in libertà le ascospore in quantità da fornire materiale per più colture in goccia pendente contenenti ciascuna un numero limitatissimo di spore, talora anche una sola.

Non ostante la bassa temperatura dell'ambiente nel quale si fecero questi primi saggi (la temperatura scendeva fino a 5° e a 4° C. di notte), le ascospore germinarono. Si notò per altro che la germinazione non avveniva affatto di giorno, ma solo di notte non ostante l'abbassamento notevole di temperatura. Seminate infatti al mattino nella goccia d'acqua delle camerette umide di vetro e tenute su di un tavolo alquanto lungi da una finestra, le spore non mostrarono accenni di germinazione durante le ore del giorno; mentre il mattino dopo si trovarono fornite di lunghi tubetti germinativi. A maggior prova di questa eliofobia delle ascospore, se ne misero a germinare verso sera, e all'indomani si trovarono con cospicui tubi germinativi. Si fecero pure delle semine di giorno, mettendo le camerette da coltura sotto una grande

(1) L'acqua potabile usata fu quella della conduttura Carcaci piuttosto ricca di sali di Calcio e di Magnesio.

campana di vetro rivestita di carta nera, e dopo poche ore si ebbe del pari ad osservare la formazione di tubi germinativi.

La luce perciò risultò essere condizione sfavorevole alla germinazione delle ascospore.

Riguardo all' influenza del calore, se le basse temperature su indicate non ostacolarono la germinazione, era da vedersi quale azione avevano temperature più elevate.

Si misero perciò delle spore a germinare in termostato a varie temperature, e dalle nostre esperienze risultò che le ascospore germinavano a temperature di 15°, 20°, 30° e financo 37° C. Tuttavia restò assodato che la germinazione avveniva in minor tempo alle temperature comprese tra i 15° e i 20° C., si rallentava a 30° e cessava oltre i 37°. La latitudine adunque di capacità germinativa, al riguardo delle temperature, è assai grande e va da pochi gradi sopra zero fino a 37° e l' ottimo sembra offerto dai 15° ai 20°.

Assicuratici della capacità germinativa delle ascospore, passammo alle colture sperimentando mezzi liquidi e solidi.

Mezzi liquidi. Per substrati liquidi ci servimmo sia di acqua di fonte genuina, sia di una decozione acquosa di pezzetti di foglia di *Corypha australis* addizionata del 5% di glucosio. Dopo prolungata ebullizione si filtrava il decotto e si sterilizzava all' autoclave.

Le ascospore a 7 tramezzi (*Pleospora herbarum*), le quali appena formate sono circondate da uno strato muscoso che poi perdono (Fig. 2, Tav. I), messe a germinare in goccia pendente, in acqua potabile e al buio, mostravano dopo una o due ore i loculi più o meno rigonfi ed alcuni di essi, generalmente di quelli estremi, ingrandivano più degli altri, al punto che le spore ne restavano alquanto sformate (Fig. 3, Tav. I). Dopo altre due ore da tali loculi si osservava la emissione di robusti tubetti germinativi cilindrici (Fig. 4), jalini, con plasma omogeneo, i quali dopo essersi alquanto accrescinti si segmentavano trasversalmente (Fig. 5, Tav. I) e cominciavano a ramificarsi (Fig. 6).

Dopo quattro ore circa anche le ife, che si originavano dai tubi germinativi, prendevano a ramificarsi ed i rami si allungavano diminuendo sensibilmente di diametro, mentre tendevano a raggiungere i contorni della goccia d' acqua ed anche a sorpassarli divenendo, così, aerei. Lo sviluppo miceliare dopo dieci o dodici ore si arrestava evidentemente per la deficienza di materiali nutritizî nel substrato di coltura.

Seminate le spore in goccie di decozione preparata con foglie di *Corypha*, allora, oltre che ad un più rigoglioso sviluppo di micelio, si assisteva in processo di tempo ad interessanti fenomeni, i quali preludevano alla formazione di organi riproduttori. Dopo due giorni dalla semina, il micelio acquistava l'aspetto di un fitto ed intricatissimo velo. Nei singoli articoli delle ife venivano a formarsi delle goccioline in numero di due a tre per cellula e disposte con rilevante regolarità in serie. A giudicare dalla rifrangenza, sembravano essere delle sostanze grasse di riserva, e cogli ordinari metodi di colorazione non si coloravano, mentre ciò avveniva di uno o due altri corpiccioli che le accompagnavano e che erano evidentemente dei nuclei. Coll'ulteriore accrescimento delle ife, queste escivano fuori dalla goccia pendente mantenendosi aderenti al vetrino per la umidità che esso presentava, ma in breve venivano ad esaurirsi. Seguitando ad alimentare con nuova somministrazione di decozione la goccia pendente, si osservavano dopo 3 o 4 giorni dei processi di anastomosi svariati fra le ife miceliche. I casi più frequenti erano i seguenti: due ife decorrenti parallelamente mandavano corti rametti che incontrandosi venivano a saldarsi e a fondersi insieme. Si avevano così unioni ad H (Fig. 7, Tav. I) che spesso si ripetevano in successivi articoli delle due ife (Fig. 8). Altre volte una estremità di un' ifa si incurvava ad arco fino ad incontrare o una cellula della stessa ifa (Fig. 10 e 11) o cellule di altre ife (Fig. 9): in ambo i casi avveniva la intima unione delle membrane nei punti di contatto, ed il successivo loro riassorbimento, onde i plasmi venivano a fondersi insieme.

Coteste anastomosi ci sembrano una condizione necessaria per la formazione di organi riproduttori e sono da interpretarsi, a parere nostro, come altrettante zigosi o atti sessuali.

Dopo parecchi giorni, nei punti di maggior lavorìo di anastomosi miceliari, si videro prendere origine delle forme conidiche. Da ife procedenti dalle anastomosi ad H, ad arco, etc. si staccavano dei rametti (Fig. 16 *a*, *b*) i quali, ergendosi più o meno sul feltro micelico, si segmentavano una o più volte ed assumevano un colore olivastro. Indi si rigonfiavano a bottoncino alla estremità (Fig. 16 *c*) e questa dopo aver raggiunto un certo diametro, si separava con un setto trasversale dall' ifa generatrice e successivamente con altro setto veniva a dividersi in due porzioni eguali siccome due emisferi. La direzione del setto era varia: ora normale al filamento, (Fig. 16 *d*) ora obliquo (Fig. 16 *e*, *f*), ora nella stessa direzione (Fig. 16 *b*, *c*). Al primo setto altro ne succedeva secondo un piano normale e, dopo ulteriori divisioni, si veniva ad individualizzare una spora o conidio a forma di Sarcina con 2 o 3 setti trasversali e a membrana da prima liscia poi minutamente aculeolata (Fig. 17).

Tali conidî corrispondevano perfettamente a quelli ottenuti già da Gibelli e Griffini e da altri da *Pleospora Sarcinulae* ossia dalla vera *Pleospora herbarum*.

In alcune di queste colture su decozione di *Corypha* venne fatto di osservare, frammiste alle forme a Sarcina o di *Macrosporium*, dei conidî piriformi riuniti a catenelle riferibili al tipo di *Alternaria*. Ma da un lato il micelio generatore di essi si presentava diverso da quello che generava le Sarcinule, sia pel diametro delle ife che per la lunghezza degli articoli, e dall' altro coteste *Alternaria* si formavano in determinati punti, in porzioni ben limitate del substrato. Si attribuì, perciò, la loro formazione alla casuale presenza di un micelio dovuto a conidî di *Alternaria* caduti in quelle colture.

Tenendo in osservazione le colture che avevano dato solo dei *Macrosporium*, si notò che questi conidî, arrivati a completa

maturità, si disarticolavano dall' ifa generatrice e indi a poco entravano essi pure in germinazione, dando luogo a ife micelichè che non differivano da quelle emanate dalle ascospore. Solo in qualche caso si aveva una variante, in quanto dai tubi germinativi, uscenti da vari loculi di un *Macrosporium*, dopo breve decorso si aveva una novella formazione di Sarcinule (Fig. 18, Tav. I), cosa avvertita già da Tulasne e da Gibelli e Griffini, in modo da ottenersi delle colonie di *Macrosporium* fra di loro allacciati da brevi porzioni di tubi germinativi.

Verso il ventesimo giorno in queste stesse colture e dopo la germinazione delle Sarcinule, si ebbero a notare delle particolari differenziazioni nel nuovo micelio. Qua e là si presentavano delle singolari modificazioni delle ife, alcune delle quali alla loro estremità si attorcigliavano a spirale, formando come dei cirri o pastorali (Fig. 12 e 15).

Ora avveniva che, trovandosi in vicinanza o contiguità due di cotesti cirri, si stabilisse ben presto il contatto fra le loro spire (Fig. 13, 14) e successivamente una intima unione fra due tratti di esse, d' onde la formazione di un gomitolo (Fig. 14), che diveniva così l' inizio di un corpo fruttifero.

Evidentemente anche cotesto processo di attorcigliamento di ife e la unione, due per due, di cirri o pastorali è pure da interpretarsi come un atto sessuale necessario alla formazione di concettacoli fruttiferi ed inerente al micelio emanante dalle Sarcinule. Esso ricordava assai quanto si verifica nell' *Ascodesmis nigricans* Van Tiegh. (1) per quanto il Van Tieghem non vi desse altro significato che di un modo particolare di anastomosi; e ricorda parimenti quanto avviene nella *Bondiera*, studiata recentemente da P. Claussen (2), il quale considerò invece la unione delle ife contorte a spira come un atto sessuale, fungendo una di esse da ascogonio, l' altra da anteridio.

---

(1) Van Tieghem T. Bull. d. la Soc. bot. de France T. XXIII p. 271-279.

(2) Claussen T. Bot. Zeitung Iahrg. 1905 Heft. I/II.

A conferma di queste vedute, che sono da noi condivise, ci sarebbe la seguente osservazione e cioè che là dove non avveniva la corrispondenza di due ife attorcigliate a spira, ma se ne formava una sola in un determinato punto della coltura, si vedeva che essa, dopo aver conseguito alcuni giri di spira, rimaneva stazionaria per parecchio tempo, senza che intervenisse alcuna modificazione di forma, senza che si costituisse alcun gomitolo; anzi il suo contenuto da granulare si faceva omogeneo e poi acquoso, e la membrana lentamente difluiva fino a non distinguersi più dal contenuto: in una parola il cirro micelico cadeva in degenerazione. (1)

Dal gomitolo formatosi per l'unione intima di due ife a pastorale, in seguito a processo di segmentazione si veniva a formare un nodulo pseudo-parenchimatico che, mentre aumentava in grandezza e compattezza, andava gradatamente modificandosi alla periferia. Ivi le membrane delle ife venivano via via sclerotizzandosi e assumendo un colore ocraceo che si intensificava sempre più. Si era costituito, in altre parole, uno sclerozio, la cui durata di vita latente era più o meno lunga, e che per struttura e dimensione corrispondeva bene a quelli riscontrati sulle foglie alterate di *Corypha australis*.

Dopo un mese e mezzo dalla semina delle ascospore, cotesti sclerozî erano già divenuti dei peritecî ascofori forniti di aschi con spore a 7 sepimenti trasversali del tutto identiche a quelle dei peritecî tratti dalle foglie di *Corypha*.

I peritecî ottenuti nelle nostre colture in goccia pendente avevano carattere affatto sporadico; la forma loro era assai regolare ed erano forniti di un lungo collo (Fig. 20, Tav. I)

(1) La sterilità che si osservò in colture assolutamente pure, ottenute, cioè, per germinazione di una sola ascospora, fa assegnare alla specie da noi studiata carattere di eterotallia, analogamente a quanto si verifica in certe Mucorinee (Veggansi il lavoro di A. F. Blakeslee *Sexual Reproduchtion in the Mucorineae*. Proceedings of the American Academy of Art and Sciences vol. XL. N. 4. 1904.).

incurvato superiormente. Tanto nella parte rigonfia quanto nella ristretta mantenevano per qualche tempo residui di ife brune che poi scomparivano interamente a maturità.

Dai peritecî così ottenuti si ebbero ascospore ben formate le quali servirono a nuove colture, sempre in goccia pendente, di decozione di *Corypha*. Essendosi la temperatura dell' ambiente di un poco elevata, si ebbe tosto la germinazione e dopo 5 o 6 giorni la formazione di conidî a Sarcinula che, staccatisi dai conidiofori, presero a germinare dando nuovo micelio. Dopo soli quindici giorni si riebbero sclerozî e peritecî che maturarono ottimamente ascospore. Si riprese a coltivare pur queste ascospore e si completò novellamente il ciclo evolutivo, e così per cinque volte di seguito, non ottenendosi mai altre forme all' infuori delle Sarcinule e dei peritecî ascofori.

Benchè soddisfatti di questi risultati ottenuti con tanta costanza, partendoci sempre dalle ascospore, volemmo invertire le ricerche prendendo per punto di partenza la forma conidica e cioè il *Macrosporium*. Seminammo delle spore di questo ifomicete nello stesso decotto di *Corypha*, avendo ogni cura perchè le colture riuscissero pure e mettendo in ogni goccia da uno a pochi conidî. Ottenuta la germinazione regolare di questi e la formazione di un abbondante micelio, vedemmo ripetersi nelle sue ife le stesse anastomosi notate già pel micelio avuto dalle ascospore, e formarsi, dopo pochi giorni, nuovi conidî a Sarcinula. Questi germinarono alla loro volta, e dal micelio formatosi si ebbero dopo una ventina di giorni gli aggrovigliamenti caratteristici preludenti alla formazione degli sclerozî. Prodottisi questi, e con forme simili a quelli avuti dalle ascospore, si differenziarono, in altri 10 o 12 giorni, in veri peritecî con aschi e ascospore a 7 setti.

Non è stata certo piccola la nostra soddisfazione l'aver ottenuto in tempo relativamente breve (poco più di due mesi) la ripetizione del ciclo evolutivo con costante alternanza di conidî e di concettacoli ascofori partendo tanto dalle ascospore quanto dai

conidî. Ed era ben giustificata la nostra soddisfazione se si pensi che i peritecî furono in iscarsa misura ottenuti da alcuni investigatori, e non ottenuti affatto da altri. Il Brefeld, che si può dire il maestro in micologia sperimentale, non ne ottenne affatto in sei mesi di colture!

Mezzi solidi. Parecchi furono i mezzi solidi di coltura che si sperimentarono.

Anzitutto si usarono le *patate* bollite, tagliate a fette di 1 cm. circa di spessore e sterilizzate all' autoclave. Le ascospore della solita forma, a 7 setti, germinarono prestissimo dando luogo ad un fitto ed intricatissimo micelio cotonoso a disposizione raggiata, avente per centro il punto in cui era avvenuta la inoculazione delle ascospore (Fig. 2). Dopo qualche giorno i rami conidiofori si erano già formati sollevandosi sul substrato a guisa di zone scure di aspetto vellutato. Staccando dei pezzetti di coltura ed esaminandoli al microscopio, essi risultavano costituiti di perfettissime Sarcinule portate dai soliti rametti di colore ocraceo.

Fig. 2.—Coltura su patata di ascospore di *Pleospora herbarum.*

Dopo venti giorni circa apparvero degli ammassi di colore bruno risultanti dall' insieme di tanti corpiccinoli globulari o globoso-depressi, spesso anche di forma irregolare che si riconobbero nelle preparazioni microscopiche per sclerozî.

Evidentemente nel mezzo solido la formazione di cotesti sclerozî avveniva più tumultuosa che non nel mezzo liquido e da ciò anche la loro forma irregolare e le varie dimensioni da

essi assunte. Lo stato di riposo di questi sclerozî durò assai più a lungo che nelle colture in goccia pendente, poichè la loro trasformazione in periteci ascofori si fece aspettare oltre un mese e mezzo. Per affrettare lo sviluppo di questi si tentò da prima di sottoporli ad una temperatura più elevata in un termostato, ma senza effetto; solo si ebbe a notare un risveglio vegetativo delle ife periferiche degli sclerozî, le quali dopo essersi allungate alquanto diedero di nuovo delle Sarcinule (fig. 19, Tav. I). Anche il Tulasne figura di tali Sarcinule procedenti dal peridio dei periteci. Ritorneremo più avanti su tale fatto.

Non riscontrandosi differenziazione in aschi del contenuto di questi sclerozî, si pensò che questi potessero essere delle forme picnidiche, ma anche questo dubbio svanì per la nessuna comparsa di stilospore.

Siccome intanto il mezzo solido usato, cioè le patate, andava essiccandosi per continuata evaporazione dell'acqua propria, sottratta anche dai micelî, si pensò di aggiungere dell' acqua distillata nelle scatole Petri entro cui stavano le fette di patate con le colture. Dopo 5 o 6 giorni esaminati gli sclerozî si riscontrò che in essi erano venute a differenziarsi delle cellule o ife ascogene ed in alcuni gli stessi aschi.

Eravamo così venuti in possesso di un mezzo assai acconcio per ottenere in gran numero e sclerozî e periteci che ci servirono poi, come diremo, ad interessanti ricerche sulla evoluzione di questi organi riproduttori.

Altro mezzo solido da noi tentato fu la *zucca*, quella varietà che ha polpa aranciata assai ricca di sostanza zuccherina. Si ebbe qui pure un abbondante sviluppo di micelio, non però così rigoglioso come nelle patate e senza la regolare struttura raggiata che si avvertiva in queste (Fig. 3).

Si formarono Sarcinule e dopo qualche tempo sclerozî in quantità, non solo alla superficie delle fette di zucca ma anche nell'interno di queste per compenetrazione, nella molle polpa, del micelio. Ad accelerare la trasformazione degli sclerozî in periteci

riuscì qui pure l'addizione di acqua distillata. Non si verificò mai alcuna forma picnidica.

Le *carote* bollite non diedero risultati soddisfacenti. Il micelio scarsamente sviluppato originò dopo parecchi giorni delle Sarcinule ma non sclerozî e quindi nè anche periteci.

Fig. 3. — Coltura di *Macrosporium* su fetta di Zucca.

Le *mele* bollite e tagliate a fette si mostrarono un eccellente substrato. Il micelio si sviluppò copiosissimo dando dopo pochi giorni Sarcinule e al decimo giorno sclerozî. Addizionate le colture di acqua distillatasi diedero esse pure periteci, molti dei quali più regolari che nelle patate e nelle zucche, con collo allungato come nelle colture in goccia pendente.

Si volle pure tentare la *colla d'amido* del commercio, sempre in scatole Petri. Si ebbe copioso micelio e pur copiosa produzione di Sarcinule. Ma coll'essicarsi del substrato si arrestò completamente lo sviluppo delle colture.

Le colture in *gelatina* ordinaria, preparata secondo la ricetta di A. Mayer, (1) cioè:

cc. 500 acqua
gr. 6 peptone Witte
gr. 4 estratto di carne Liebig
gr. 1 cloruro di sodio
gr. 5 destrosio
gr. 50 gelatina marca d'oro

(1) A. MAYER. *Praktikum für botanischen Bakterienkunde*, Jena 1903 p. 28.

diedero pure un copioso sviluppo di micelio fioccoso dal quale si ebbero indi a poco Sarcinule e sclerozî. Per altro per successiva liquefazione della gelatina avvenne una sommersione del fungo e una degenerazione di questo manifestantesi con acutissimo odore ammoniacale. Non valse il trasportare micelio e sclerozî in gelatina fresca a fare riprendere lo sviluppo; forse per prodotti laterali nella scomposizione dei costituenti della gelatina era avvenuta un'intossicazione delle ife e delle cellule degli sclerozî.

Nell'*agar-agar*, preparato pure secondo la ricetta di A. Mayer (Op. cit.), si ebbero ottimi risultati, e cioè, micelio abbondante, fioccoso, formazione rapida di Sarcinule e susseguentemente di sclerozî e peritecî ascofori del tutto conformi a quelli ottenuti con altri substrati.

Riassumendo i risultati delle colture in mezzi tanto liquidi che solidi di *Pleospora herbarum* si ha che:

1. Dalle ascospore di peritecî tratti da foglie di *Corypha* si ebbero sempre da prima dei conidî sarciniformi e successivamente sclerozî e poi peritecî ascofori.

2. Dalle Sarcinule o *Macrosporium*, ottenuti dalle ascospore si ottennero altre Sarcinule, degli sclerozî e dei peritecî ascofori.

Essendosi completato questo ciclo cinque volte consecutivamente in mezzo liquido e su quasi tutti i mezzi solidi tentati, senz'alcun altra forma intermedia nè conidica nè picnidica ci siamo ritenuti autorizzati a riconoscere nella *Pleospora* studiata queste sole forme, e cioè: due forme vegetative date dal micelio filamentoso e dagli sclerozî e due forme riproduttive: *Macrosporium* e ascospore, con una ritmica alternanza avendosi questa successione: micelio—*Macrosporium*, sclerozî — ascospore.

Questo schema del ciclo evolutivo della *Pleospora herbarum* è il più semplice di quanti altri sieno stati presentati o presunti dai varî investigatori: ma attesa la ritmica ripercussione delle due forme riproduttive, ottenute in tanti diversi substrati, ed in così grande copia, siamo indotti a ritenere il nostro schema come

la espressione netta e definitiva del ciclo evolutivo di questo pirenomicete.

Colture con ascospore di Pleospora a 5 setti (P. Alternariae Gib. e Griff. =*P. infectoria* Fuck.). Come abbiamo fatto notare fin dal principio di questo lavoro, le foglie di *Corypha* nelle loro parti alterate albergavano oltre alla forma di *Pleospora herbarum*, della quale abbiamo studiato il ciclo biologico, un'altra *Pleospora* a peritecî più piccoli, con ostiolo non prolungato a guisa di collo, e ad ascospore a soli cinque setti trasversali. Inoltre erasi pure osservato che alla superficie delle macchie si presentavano talora dei conidî riferibili ad *Alternaria*. Dovevasi quindi procedere a colture anche di questa forma, per quanto fosse già noto come essa non abbia nessi genetici con la *Pleospora herbarum*. Colle ascospore di essa si ripeterono, perciò, le stesse esperienze di colture fatte per l'altra specie.

In goccia pendente con decotto di *Corypha* si ebbero gli stessi fenomeni circa la germinazione delle ascospore, e cioè: rigonfiamento di alcuni loculi inducenti alterazione di forma nelle spore, produzione di più tubi germinativi, d'onde ife miceliche ramificate, incolore, e la produzione, dopo cinque o sei giorni, di conidî riferibili al tipo di *Alternaria* succedentisi a catenelle con straordinaria regolarità.

Crediamo superfluo il descrivere qui il modo di formazione sia dei conidî ad *Alternaria* sia delle colonie di queste.

È da notare soltanto che nessuna forma intermedia fra *Alternaria* e *Macrosporium* apparve nelle colture, e che germinando dopo pochi giorni le *Alternaria* ottenute dalle ascospore davano luogo a nuovo micelio che non produceva le particolari disposizioni a cirro o a pastorale che notammo nel caso della *Pleospora herbarum*, ma solo qua e là manifestava delle abbondanti e compatte ramificazioni assumenti un aspetto cespuglioso.

Il significato di questi cespuglietti micelici non si potè colpire poichè essi in ibreve subivano degenerazione. All'infuori di

queste manifestazioni, non si verificarono altri fatti che si potessero mettere in relazione con la formazione di sclerozî e tanto meno di concettacoli ascofori. Una nuova produzione di Alternarie aveva luogo fino all' esaurimento del substrato di coltura, e nulla più.

Si rifecero nuove colture coi conidî di seconda generazione, ma si ebbe una ripetizione degli stessi processi con novella formazione di Alternarie. Solo a titolo di curiosità noteremo che in alcune colture si riscontrarono dei singolari gruppi di Alternarie in luogo delle regolari ordinarie catenelle, così da far pensare alla costituzione di gomitoli miceliei preludenti alla formazione di sclerozî o di peritecî. Ma esercitando su tali accumuli di Alternarie una lieve pressione con vetrino coprioggetto, si verificava subito la dissociazione dei conidî non restando che un gruppo di ife brevemente ramificate e fra di loro a bastanza intimamente riunite.

Si tentarono anche colture partendo dalle Alternarie, sia ottenute dalle ascospore, sia prese da foglie di *Corypha:* ma dopo un rigoglioso sviluppo di micelio e di conidî, non ostante ripetute somministrazioni di liquido colturale, non si ebbe produzione alcuna di sclerozî e tanto meno di peritecî.

Nei mezzi solidi non si ebbe maggior fortuna circa la produzione di forme di organi riproduttori oltre le conidiche.

Nelle *patate* le ascospore diedero abbondante micelio vellutato, ma non cotonoso o fioccoso come nella forma precedentemente descritta, e dopo 5 o 6 giorni si venivano a differenziare parti più sollevate siccome zone annulari intercalatamente piane e rialzate che assumevano colorazione verde oliva scuro. Erano le ife conidiofore che prendevano tale disposizione; ed esaminate al microscopio le zone più scure risultavano costituite di fitto intreccio di catenelle di *Alternaria.*

Lasciate a sè per molto tempo coteste colture non manifestarono alcuna variazione, e non si ebbe accenno a formazione di sclerozî e di peritecî.

Nelle *carote* fu debole sin dall' inizio lo sviluppo del micelio, nè alcuna particolarità richiamò la nostra attenzione. Si ebbero dopo parecchi giorni conidî di *Alternaria*, e nulla più.

Su dadi di polpa di *zucca* le ascospore germinarono ottimamente dando un micelio olivastro disposto a zone, come nelle patate, e con copiosa produzione di Alternarie. Il nuovo micelio che si generava per la germinazione immediata delle Alternarie determinava un processo di erosione nel substrato polposo che ne restava come alveolato o spugnoso. Notammo nella nuova produzione di Alternarie molti casi d' involuzione che facevano pensare a possibili forme di passaggio ad altre sorta di conidî, ma erano vere e proprie forme degenerative.

Anche qui nessun indizio a formazione di sclerozî e di peritecî.

Su fette di *mele* cotte, abbondante si sviluppò il micelio che diede le solite Alternarie in tempo anzi più breve che negli altri substrati ed in alcuni punti in modo tumultuoso. Essendosi disseccate alquanto le fette di mela si pensò di aggiungervi acqua sterilizzata per riattivare lo sviluppo del fungo. Si ebbe infatti un notevole risveglio nel micelio con nuova produzione di conidî di *Alternaria*, ma non apparvero mai nè sclerozî, nè picnidî, nè peritecî.

Coll' *amido del commercio* in forma di colla si ebbero gli stessi fenomeni che per la *Pleospora* a 7 setti: abbondante micelio, produzione di conidî seguita però da esaurimento del substrato.

Le colture in *gelatina* diedero uno splendido sviluppo di micelio da prima omogeneo, poi in determinati punti distintamente zonato in seguito a formazione intermittente di ife sterili e di conidiofori con Alternarie (Fig. 4). Qui pure si ebbe la fusione della gelatina e la sommersione del micelio e delle Alternarie, ed in appresso la degenerazione del fungo.

In *agar-agar* le ascospore germinarono ottimamente dando luogo ad abbondante micelio e ad Alternarie, senza seguito di altre forme riproduttive o metageneticbe.

Riassumendo i risultati ottenuti colla seconda forma di *Pleospora*, cimentata nei varî substrati, si ha che :

1. Le ascospore a cinque setti trasversali, di periteci tratti dalle macchie fogliari di *Corypha australis* diedero infallantemente dei conidî piriformi murale-settati, riuniti in catenelle, riferibili ad *Alternaria* (certamente l'*Alternaria tenuis* Nees).

Fig. 4. — Coltura a piatto in gelatina di ascospore di *Pleospora Alternariae*.

2. Le Alternarie ottenute da ascospore, germinando nello stesso substrato di coltura, diedero novellamente delle *Alternaria*.

3. Le *Alternaria* sia delle colture, sia prese dalle foglie di *Corypha* (substrato naturale), coltivate a sè, diedero costantemente Alternarie.

4. Non si ebbe in questa seconda serie di esperienze produzione alcuna di sclerozî, nè di periteci.

È adunque assai diverso il comportamento nelle colture di questa forma di *Pleospora* a spore a 5 setti, da quello offerto dall'altra forma a 7 setti sopratutto pel fatto saliente della ripetizione della forma conidica e pel mancato completamento del ciclo evolutivo.

Ad altri investigatori era pure occorso di verificare simile ripetizione di forma conidica (*Alternaria*) senza ottenere periteci (Kohl, Brefeld, Costantin), e gli stessi Gibelli e Griffini (1), ai quali venne dato di ottenere periteci in colture di oltre due mesi, ebbero a fare la seguente dichiarazione «.... ci conviene dire che

(1) Gibelli e Griffini op. cit. p. 87.

finora non abbiamo ancora potuto trovare le condizioni opportune per la formazione dei periteci dalle ascospore che ci produssero Alternarie nelle nostre seminagioni, poichè *tre sole volte*, sopra ventidue preparati che fruttificarono Alternarie, si organizzarono i periteci con ascospore (1). »

La ragione di cotesta difficoltà di dare periteci, per parte della *Pleospora Alternariae* Gib. e Griff., nei substrati colturali è forse da ricercarsi, secondo noi, in speciali attitudini fisiologiche di questa specie e precisamente nel suo comportamento di parassita facoltativo. Stragrande è infatti in natura la diffusione della sua forma conidica (*Alternaria tenuis* Nees) la quale ha abito decisamente saprofitico. Essa, al pari del *Cladosporium herbarum*, è uno dei più comuni intrusi delle nostre colture, come pure una delle forme più frequenti negli organi vegetali in via di decomposizione. Cotesta forma conidica basta a se stessa nei substrati organici, ma non in quelli organizzati, e ciò risultò nelle colture da noi e da altri fatte.

Se condizioni speciali, che noi ignoriamo, permettono a questo pirenomicete di insediarsi in organi vivi di piante superiori, ivi esso può completare il suo ciclo e dare periteci ascofori.

È così che si può spiegare la presenza de' suoi periteci nelle foglie della *Corypha australis* sulla quale, come si disse, si riscontrarono anche i conidî alla superficie delle parti alterate.

Si spiega pure in tal guisa il risultato ottenuto dal Peglion su semi di *Vicia* e di *Trifolium* attaccati da micelio di *Pleospora Alternariae*, che messi in opportune condizioni diedero luogo prima ad Alternarie e successivamente a periteci ascofori.

Se la nostra induzione è conforme al vero, le alterazioni delle foglie di *Corypha australis* dovrebbero essere causate piuttosto dalla *Pleospora Alternariae* Gib. e Griff. (*P. infectoria* Fuck.) anzichè dalla *Pleospora herbarum* (Pers.) Rab. le cui attitudini

(1) Da questo passo citato del memorabile lavoro di Gibelli e Griffini, risulterebbe errata l'affermazione del Mattirolo (Op. cit. p. 362) che da conidî di Alternaria Gibelli e Griffini ottenessero periteci complessivamente in 23 colture.

saprofitiche sono luminosamente confermate dalle nostre come dalle precedenti ricerche.

La presenza della *P. herbarum* sulle foglie alterate di *Corypha australis* dovrebbe ascriversi a mera consociazione ed all'avere essa trovato, nelle porzioni già danneggiate od uccise dalla *P. infectoria*, un substrato adatto pel suo sviluppo.

Quanto ad altre forme metagenetiche, per ambo le specie di *Pleospora*, esse dai numerosi e costanti risultati delle nostre colture su così svariati substrati, sono da escludere.

Riteniamo quindi, e con ogni ragione, prive di nesso genetico le forme picnidiche ascritte dai vari autori ora alla *Pleospora herbarum* Pers. (*P. Sarcinulae* Gib. et Griff.) ora alla *Pleospora infectoria* Fuck. (*P. Alternariae* Gib. et Griff.).

E se picnidî o altre forme conidiche, oltre le due omai indiscutibilmente ammesse di *Macrosporium* e di *Alternaria*, rispettivamente per la *P. herbarum* e *P. Alternariae*, sono stati riscontrati in substrati di coltura di questi due Pirenomiceti, è da ritenersi, a nostro avviso, che essi rappresentino delle casuali intrusioni e non facciano assolutamente parte del ciclo evolutivo delle *Pleospora* in questione.

La leggenda del polimorfismo di queste è andata via via spogliandosi delle iperboliche gonfiature di Hallier, delle complicate associazioni di Tulasne e di Fuckel, dopo che le colture sperimentali condotte con procedimenti esatti hanno ridotto al giusto valore le fasi evolutive. Sussisteva tuttavia fino ad oggi la credenza che forme picnidiche (*Phoma*, *Citospora*, etc.) potessero rappresentare degli stadî intermedi, attese le frequenti consociazioni di queste con peritecî o con forme conidiche sullo stesso substrato naturale; e i risultati di parecchi sperimentatori avevano pur dato peso a cotesta credenza. Ma la non concordanza di questi stessi risultati, i dubbi espressi in proposito da autorevoli investigatori da un lato, e il responso assolutamente negativo delle nostre colture dall'altro, tolgono ogni valore all'ammissione di forme metagenetiche date da picnidî.

Ciò che ha molte volte indotto i micologi ad affermare il polimorfismo dei Pirenomiceti è stato anche il criterio dell'evoluzione o differenziazione organica che ha fatto supporre una gerarchia di forme negli organi riproduttori: alcune più semplici ritenute inferiori, altre più complicate ritenute superiori, fino da arrivarsi alla provvisoria e convenzionale distinzione di *funghi imperfetti* per tutte le forme inferiori (conidiche e picnidiche). Le invocate ricerche sperimentali che avrebbero dovuto dipannare la intricatissima matassa dei cicli evolutivi per ridurre ad un giusto limite e valore le specie fungine, non hanno dato che scarsi ed incompleti responsi, e spesso in queste ricerche il preconcetto di una graduale evoluzione organica, di una ritmica successione di forme, dalle più semplici alle più complesse, ha finito per dar peso e valore a fatti non bene accertati e ad osservazioni non abbastanza scevre dall'errore, così facile ad insinuarsi nelle esperienze.

Se le risultanze delle molteplici e svariate nostre colture, con tanta costanza, di dati i quali collimano con i più salienti ottenuti da scrupolosi ricercatori che ci hanno preceduto, possono avere sufficiente valore probatorio, le due forme di *Pleospora* che si trovano così frequentemente consociate anche su di uno stesso substrato, devono ritenersi, come già ebbero a dimostrare Gibelli e Griffini, due specie distinte che, in omaggio ai due micologi italiani che le sceverarono pei primi, potrebbersi tuttora indicare per *Pleospora Sarcinulae* Gib. et Griff. e *Pleospora Alternariae* Gib. et Griff. Alla prima apparterrebbero le numerose forme della *Pleospora herbarum* (Pers.) Rab., alla seconda la *Pleospora infectoria* Fuck., *la P. vulgaris* Niessl, e forse altre.

Ambedue le specie collettive hanno un ciclo di sviluppo assai semplice, e integrato in due forme di organi riproduttori: i conidî o spore esogene (rispettivamente *Macrosporium* e *Alternaria*), e le ascospore o spore endogene a 7 e a 5 setti.

Questa duplicità di forme riproduttive è, dopo tutto, conforme a quanto si verifica in molti altri funghi ed in tante alghe. Le

Carposporee alle quali i Pirenomiceti sono equiparati in ragione della complicanza degli organi riproduttori, (e sempre nuove omologie vengon messe in luce dai recenti studî sui loro processi fecondativi), presentano tipicamente cotesta duplicità di organi riproduttori.

D' altronde è pure assodato che altre specie di *Pleospora* danno solo conidî e peritecî, così la *Pleospora trichostoma* (Fr.) Wint., che è una specie collettiva, comprendente forme che si sviluppano sulle graminacee. Dalle ricerche di coltura e di inoculazione istituite da Dieticke (1) risulta appunto che a lato dei concettacoli ascofori si sviluppano, per le forme comprese in questa specie, dei conidî riferibili ad *Helminthosporium*.

Sviluppo degli sclerozî della *Pleospora herbarum* (Pers) Rab. v. *Coryphae* Cav. et Moll. (2)

Se le precedenti ricerche hanno messo in chiaro le fasi evolutive delle due specie di *Pleospora* che albergavano le foglie di *Corypha australis* e, particolarmente per la *P. herbarum*, hanno dato piena conferma dei risultati ottenuti da altri micologi e sopratutto da Gibelli e Griffini, parve a noi che un punto abbastanza oscuro restasse a chiarire e cioè lo sviluppo degli sclerozî e la loro differenziazione in peritecî ascofori.

Alla soluzione di questo problema furono intese le ulteriori nostre ricerche prendendo le mosse dall'inizio degli sclerozî stessi, seguendo gradatamente le modificazioni di forma e di struttura fino alla loro completa trasformazione in organi riproduttori, ossia in peritecî ascofori.

Il materiale copioso da noi ottenuto, in così svariati mezzi di coltura, si offriva egregiamente ad essere utilizzato per simili

(1) Vedi Dieticke H, *Über den Zusammenhang zwischen* Pleospora u. Helminthosporium-Arten. Centralbl. f. Bakter. u. Parassitenk. 1902.

(2) Differt a typo: *peritheciis globoso-conicis numquam collabescentibus, ostiolo in collum praelongum, cylindraceum, arcuatum protracto.*

indagini i cui risultati cercheremo di riassumere qui brevemente.

Il modo di prendere origine degli sclerozî è già stato da noi in parte descritto, ed anche interpretato quale il risultato di un processo fecondativo e più precisamente di un atto di coniugazione di ife (gameti) morfologicamente non differenziate.

Nei substrati liquidi le ife destinate a tale processo si attorcigliano a spirale, e dalla fusione della estremità di due di queste ife, così avvolte a spira, sembra trarre origine lo sclerozio. Una conferma di tale induzione non si potè avere in dati di ordine citologico essendo stata assai scarsa la produzione di sclerozî e di peritecî nei substrati liquidi. Tuttavia l'osservazione da noi fatta del ripetersi di simili disposizioni di ife preludenti alla formazione di sclerozî, e l'altra osservazione non meno importante relativa alla sterilità di ife avvolte a spira, isolate, ossia ottenute dalla germinazione di un'unica ascospora, avvalorano certamente l' ipotesi di un processo fecondativo presiedente alla formazione di uno sclerozio.

Nei mezzi solidi di coltura, che come si è visto, furono molti e diedero sclerozî in grande quantità per la *Pleospora herbarum*, fu possibile approfondire delle ricerche e seguire, nelle varie fasi, lo sviluppo di tali organi.

Il materiale di coltura veniva, in tempi successivi, fissato con soluzione alcoolico-acetico di sublimato corrosivo, e previa un passsagio di 20 a 24 ore in alcool jodato, passato agli alcooli e agli xiloli (xilolo × alcool, xilolo puro) e indi imparaffinato e sezionato al microtomo. Non ostante il processo di sclerotizzazione cui vanno soggette le ife periferiche degli sclerozî, l' imparaffinamento riuscì quasi sempre egregiamente, atteso il lungo soggiorno (12, 24 fin 48 ore) al quale si sottopose il materiale nei varî passaggi.

Le sezioni attaccate al portaoggetti con glicero-albumina Mayer, dopo essere state negli xiloli e negli alcooli, venivano colorate preferibilmente con Ematossilina (metodo Heidenhein al

l'allume ferrico) e molte volte ricolorate con Orange per dare maggior contrasto ai nuclei in seno al protoplasma.

Dall' esame di migliaia di sezioni, così ottenute, emersero fatti di non dubbio valore, che certamente aprono la via a nuove interpretazioni intorno alla genesi ed al significato degli sclerozî, come anche relativamente alle differenziazioni interne che conducono alla maturazione degli organi riproduttori od aschi. Prendiamo in attento esame le fasi tutte.

L' unione dei gameti, od ife destinate a coniugarsi, avviene nei mezzi solidi con qualche variante. Tali ife non si attorcigliano più a pastorale, come ne' mezzi liquidi, ma o subiscono una lieve incurvatura che agevola il loro combaciamento (Fig. 21, 22, 25, 27, Tav. II) ovvero questo ha luogo senza alcuna curvatura fra due ife che si dispongono parallelamente l' una rispetto all' altra (Fig. 23), ovvero mettendosi rispettivamente di fronte colle loro estremità (Fig. 24).

Quasi sempre sono gli articoli terminali che contraggono aderenza fra di loro (Fig. 21, 23, 24, 25); in alcuni casi però l' unione può effettuarsi anche fra una cellula terminale ed una intercalare (Fig. 22, 27) o fra due articoli intercalari (Fig. 26).

Le porzioni di ife che vengono a mettersi a contatto restano sempre limitate da un setto trasversale dalla rimanente ifa, e sono fornite di un vistoso nucleo ognuna, e di abbondante protoplasma spesso vacuolizzato, onde dallo strato parietale di esso si dipartono sottili banderelle che vanno al nucleo. Questi caratteri citologici rendono assai manifeste le ife che iniziano il processo di formazione degli sclerozî, oltre la maggiore loro grandezza in confronto delle ife, sterili o vegetative.

Il processo di intima unione delle due ife in coniugazione, se ci è sfuggito in alcune sue fasi, resta però sufficientemente provato da alcuni fatti da noi colpiti e che abbiamo cercato di rappresentare nella Tavola II che accompagna la presente memoria.

Anzitutto, dopo essersi stabilito il mutuo contatto delle ife

destinate a compiere il processo di coniugazione, si potè osservare parecchie volte una reciproca orientazione dei loro nuclei (Fig. 21, 22) portantisi rispettivamente verso la parete di contatto, ed in evidente corrispondenza, in virtù forse di uno stimolo chemotattico.

Inoltre in molti de' nostri preparati, come le Fig. 26, 27, attestano chiaramente, si ebbe a riscontrare da un lato la scomparsa del nucleo in una delle due cellule venute a contatto e la contemporanea presenza di due nuclei nell' altra contigua, e d' altro lato la conseguente degenerazione del contenuto dell'articolo rimasto privo di nucleo. Per quanto non si sia potuto colpire il passaggio di uno dei nuclei dalla cellula virtualmente funzionante da anteridio nell' altra che può considerarsi come l' oogonio, e nemmeno dedurlo da traccie di perforazione della membrana di separazione, i fatti accennati parlano senz' altro in favore di un processo di coniugazione verificatosi fra i due elementi.

Altri dati del resto vengono ad avvalorare tale interpretazione.

E prima di ogni altra cosa il processo di corticazione che attorno all' elemento, funzionante da oogonio, si inizia per parte di ife circostanti, procedenti da articoli in connessione più o meno stretta coll' elemento stesso (Fig. 28, 29, 30, 31). E tale processo di corticazione, che ha riscontro in altri ascomiceti ed anche in alghe carposporee, conduce da prima alla formazione di un ganglio micelico, e successivamente a quella di un corpo pseudo-parenchimatico i cui caratteri di sclerozio vengono semprepiù ad accentuarsi. Le sue cellule centrali, infatti vanno facendosi isodiametriche, mentre le ife corticanti imbruniscono la loro membrana e si schiacciano in senso tangenziale.

Inoltre nell' esordire di questi ganglî micelici, il comportamento dei nuclei mette in chiara evidenza come da una cellula iniziale, rappresentante l' oogonio fecondato, traggano origine, per ripetute divisioni, altre tante cellule i cui caratteri di ele-

menti germinali o riproduttivi, rispetto a quelle che si possono dire somatiche o vegetative, sono dalla speciale capacità a colorirsi, dalla grandezza del loro nucleo, e dalla maggiore densità del protoplasma assai bene messi in evidenza (Fig. 28-36). I disegni tratti dalle sezioni microtomiche chiariscono senza alcun dubbio queste particolari differenziazioni citologiche che avvengono in seno ai corpiccinoli emananti dalla fusione dei gameti. È certamente degno di osservazione il diverso comportamento di alcune fra le cellule di questi gangli micelici, o sclerozî iniziali, i nuclei delle quali si lasciano tanto bene mettere in evidenza dalle sostanze coloranti, di fronte alle altre circostanti, di carattere evidentemente vegetativo che non reagiscono affatto od assai debolmente.

Coll' ingrossare di cotesti corpi scleroziali il numero di cellule a nuclei vistosi va pure aumentando sempre per continuato processo di divisione, senonchè la loro distribuzione nelle sezioni microtomiche diviene assai irregolare e senza una apparente continuità.

Ciò si deve al fatto che cotesti aggruppamenti di ife che determinano il costituirsi di uno sclerozio non seguono alcuna legge cosicchè gli elementi che in serie, traggono origine dalle successive segmentazioni dell' oogonio, possono avere decorso tortuoso e allacciarsi in varia guisa con quelli delle ife corticanti, onde in una sezione trasversale restano mescolati gli uni agli altri, a mo' di mosaico. Il solo reperto citologico, e cioè la varia capacità di colorirsi, può fare distinguere gli elementi germinali da quelli somatici, e dare ragione in certo qual modo della varia loro distribuzione. Si nota, ad esempio, non infrequentemente che cellule fornite di nucleo manifesto e di ricco protoplasma si trovano verso la periferia di giovani sclerozî ed anche fra gli elementi stessi del peridio (Fig. 36, 39, 40). Sono precisamente delle emanazioni delle cellule germinali che, per virtù di segmentazione in determinate direzioni, si sono mescolate alle ife corticanti, pur conservando le loro proprietà di ele-

menti riproduttivi e cioè la particolare colorabilità. Ciò spiegherebbe, a parer nostro, il fatto, riscontrato nelle nostre colture, della produzione di conidiofori, per parte di cellule del peridio, di periteci o di cellule periferiche di sclerozî (Fig. 19 Tav. I); fatto segnalato anche da Tulasne senza essere stato però spiegato da questo micologo. Ora la presenza nel peridio di elementi aventi plasma germinativo, che si spiega benissimo col modo dianzi accennato di prendere origine dei ganglî micelici, dà ragione della formazione suddetta di conidiofori da elementi dello stesso peridio.

D' altra parte si notano pure di questi ganglî micelici senza che alcuna cellula si differenzî dalle altre per la colorabilità o maggior mole del nucleo. È questo il caso rappresentato dalle figure 37, 38 riferentisi a corpi che possono essere interpretati anche per formazioni analoghe alle *spore-bulbelli* di Eidam e Mattirolo. (1)

La ulteriore evoluzione degli sclerozî si esplica in due direzioni diverse: da un lato le ife periferiche, o corticanti, si modificano nella loro struttura e nella chimica costituzione in guisa da formare più strati di natura protettiva—il così detto *peridio*—e, dall' altro gli elementi della parte centrale, secondochè derivano da cellule germinali o da elementi somatici, assumono funzione diversa o riproduttiva, o di riserva e nutritiva. Le sostanze coloranti (Ematossilina od altre) servono in questo caso a sceverare gli uni dagli altri elementi. Negli sclerozî allo stato di riposo le cellule a contenuto di riserva alimentare prevalgono su quelle di carattere riproduttivo; ma quando per determinate condizioni dell' ambiente (umidità e calore) si risveglia l'attività moltiplicativa allora queste ultime prendono il sopravvento sulle prime, e lo sviluppo e l'aumento in numero di queste si compie interamente a spese di quelle che vanno via via obliterandosi, o che, per essere più esatti, vengono gradatamente digerite.

(1) Mattirolo O. — *Sullo sviluppo di due nuovi Hypocreacei e sulle spore-bulbilli degli Ascomiceti.* in N. Giornale botanico italiano. Vol. XVIII. Firenze 1886 p. 142 e seg.

In un determinato stadio di uno sclerozio si ha, perciò, la sostituzione completa degli elementi vegetativi con elementi riproduttivi forniti tutti di nucleo e di plasma denso e attivo.

Un' ulteriore differenziazione, e di grande valore morfologico, è quella che prelude alla formazione degli aschi. In un punto determinato dello sclerozio che abbia già raggiunto le dimensioni normali, si accenna un particolare orientamento delle sue cellule accompagnato da uno stiramento di esse, da una regione ad altra dello sclerozio, per solito da quella che può essere assunta per base (in quanto è a contatto del micelio da cui si è originato e quindi del substrato di coltura) verso la opposta che diventa perciò l' apice del futuro peritecio (Fig. 11 Tav. II). Tale orientazione e stiramento di cellule interessa da prima un piccolo nucleo di elementi, il quale va poi aumentando fino a toccare i più interni degli strati del peridio. È una trasformazione in elementi allungati, forniti di vistosi nuclei, delle cellule poliedriche, isodiametriche dello sclerozio; e tali elementi sono fra di loro disposti in serie e strettamente uniti in fascio.

Per la forma loro e pei rapporti che vanno ad assumere in seguito essi sono da considerarsi come gli inizî delle cosidette *parafisi*, la comparsa delle quali precede, come si vede, quella degli aschi.

Nel maggior numero dei casi la genesi di questi elementi allungati disposti in serie lineari si accenna in un punto più o meno centrale dello sclerozio; ma non infrequentemente dannosi più punti di origine, spesso due, talora ma più raramente tre; ed apparendo questi nelle sezioni mediane degli sclerozi, si può dedurne che la differenziazione di tali elementi in seno al pseudoparenchima avvenga secondo una zona annulare quando sono due i nuclei di differenziazione, ed anche al centro nel caso che sieno tre.

Molto difficile ci è stato lo stabilire il punto di partenza della differenziazione medesima dall'omogeneo ifenchima sclero-

ziale, poichè nel maggior numero delle sezioni praticate erano più frequentemente avvertibili gli stadî più o meno avanzati di essa e cioè il nuovo orientamento di ife che mentre si disponevano quasi parallelamente tra di loro, assumevano caratteri citologici assai spiccati e cioè un contenuto più denso e sopratutto dei nuclei dotati di grande capacità colorativa.

Tuttavia passando e ripassando in esame le nostre preparazioni facendo uso dell' obbiettivo ad immersione omogenea $^1/_{12}$ della casa Zeiss, abbiamo potuto rilevare stadî che dànno luce particolare sulla genesi delle parafisi e degli aschi.

In mezzo alle cellule costituenti il pseudoparenchima dello sclerozio se ne notano, in un determinato momento di questo, secondo le condizioni di sviluppo, alcune il cui protoplasma si fa più manifestamente granulare, e presentasi più o meno vacuolato, segno non dubbio di un risveglio di attività.

Inoltre i nuclei acquistano una forma e una struttura ben definite, apparendo essi come vescicole sferoidali con un grosso globulo al centro particolarmente colorabile. Il carioplasma essendo più chiaro, più finamente granulare che non il citoplasma i nuclei restano perciò ben delimitati e visibilissimi.

Ora ci venne fatto di osservare che in quei punti dello sclerozio ne' quali si accennava tale differenziazione citologica interna, le cellule presentavano modificazioni nella forma oltrecchè nel contenuto.

Il loro contorno, per ineguale distensione della membrana, diveniva irregolare e sinuoso (fig. 42 *a*, *b*, Tav. II), e come fossero dotate di speciale metabolia, esse si insinuavano fra le ife dello sclerozio sia dissociandole, sia dissolvendole, evidentemente per mezzo di enzimi da esse elaborate.

Tale processo di digestione di una parte degli elementi dello sclerozio, compiuto da alcune cellule, è cosa fuori di ogni dubbio e perfettamente consona alla natura di questi organi che rappresentano dei magazzini di sostanza di riserva.

Intanto si notò che talune di queste cellule a ripresa atti-

vità ed a contorno sinuoso, possedevano due nuclei, ed altre ne avevano quattro con regolare disposizione, occupanti i quattro angoli di un quadrilatero (Fig. 42 *c* Tav. II). Ora cellule binucleate si osservavano in precedenza anche in nuclei sclerozi allo stato di riposo, mentre quelle fornite di quattro nuclei apparivano solo nei punti di risveglio cellulare di questi, onde è lecito indurre che coteste cellule tetranucleate derivano dalle binucleate o per divisione dei due nuclei di queste, o per fusione due a due di cellule binucleate. La figura 42 *b* della nostra Tavola II appoggerebbe piuttosto la seconda ipotesi.

Quale può essere il significato morfobiologico di queste strutture? È veramente difficile dare una risposta. Solo è presumibile che esse rappresentino una condizione di fatto per la costituzione degli elementi seriati sopraindicati, poichè è precisamente dai punti ne' quali si osservano queste differenziazioni che traggono origine le cellule che si orientano in serie lineari, disposte a gruppi, in uno o più parti dello sclerozio.

Avvenuta la costituzione di questi gruppi, nei quali ogni singola cellula è uninucleata, si nota però che in breve processo di tempo una fra le cellule della parte mediana di talune delle serie lineari viene ad essere binucleata. Ora anche in questo caso la origine di due nuclei resta assai dubbia, potendosi essa spiegare o colla divisione del nucleo unico preesistente, ovvero per un processo di anastomosi fra due porzioni di ife contigue.

Alcuni fatti potrebbero avvalorare anche in questo caso cotesta seconda interpretazione, così ad esempio lo sformarsi di alcune cellule delle serie lineari, il divenire esse gibbose da un lato, l' emettere una protuberanza che accenna a formazione di un rametto il quale però si arresta in breve appena venuto a contatto di un articolo di serie contigua (Fig. 43 *a-c*).

Questi processi parlerebbero in favore di una possibile anastomosi, ma non abbiamo dati sufficienti per affermare in modo assoluto che ciò avvenga.

Ciò di cui non si può dubitare è l' origine dell' asco da

quella fra le cellule di una serie lineare, che si presenta ad un momento dato binucleata. Quindi anche per la *Pleospora herbarum* il nucleo della cellula madre dell' asco è il risultato della fusione di due nuclei preesistenti.

E cotesta cellula madre è di origine prettamente intercalare, proviene cioè, da una cellula mediana di una serie lineare fertile, mentre sonvi serie lineari del tutto sterili che non differenziando alcuna delle loro cellule in asco, restano delle parafisi. Il caso offerto dagli sclerozî della *Pleospora herbarum* è, perciò, abbastanza singolare, conoscendosi solo finora una origine dell' asco o da una cellula terminale di un ifa differenziata, o da cellula situata di poco al disotto della terminale (1). È da notare che le serie lineari di cellule che si differenziano negli sclerozî, hanno rapporto tanto cogli elementi della base dello sclerozio quanto con quelli della parte superiore di esso (Fig. 44), per una evidente fusione avvenuta durante la loro differenziazione.

Ora la differenziazione di una cellula di una serie lineare che prelude alla formazione dell' asco è la comparsa di due nuclei in seno ad essa. Questo fatto che dal Dangeard (2) è dato come la caratteristica della costituzione di un asco, in quanto questo autore dà valore di atto sessuale alla fusione di tali due nuclei, è di assai difficile interpretazione, come si disse; e pur volendolo riannodare ai fatti precedentemente descritti, e cioè alla presenza di cellule bi-e tetranucleate nello sclerozio, ciò non rimuove le difficoltà. Si può infatti, accostandosi alle idee del Dangeard ritenere di origine diversa i due nuclei che vengono a sdoppiarsi nella cellula ascogena, in quanto che dalle cellule tetranucleate sarebbero derivate, successivamente le binucleate e poi le uninucleate delle serie lineari, ma resta però sempre il fatto che l' intiero sclerozio è il prodotto della unione

(1) Faull, H. J. Development of Ascus and Spore formation in Ascomycetes. Proceedings of the Boston Soc. of Nat. History. 1905 p. 99.

(2) Dangeard P. A. — *Recherches sur le dévelopement du périthèce chez les ascomycètes. Le Botaniste*, Décembre 1904.

di due ife distinte, cioè morfologicamente differenziate, onde è poco ammissibile che a questo atto di natura sessuale ne debbano succedere altri nello stesso ciclo di sviluppo ontogenetico.

Noi perciò siamo d' avviso che la costituzione dell' asco proceda dallo sclerozio per lo sviluppo di una cellula da prima binucleata poi uninucleata, ma non possiamo accordare a questo fenomeno il carattere di sessualità che vi annette il Dangeard.

Anche il Faull (1) che si è occupato recentemente dall'origine dell' asco non può condividere la opinione del Dangeard dopo i numerosi esempi di una vera e propria fecondazione esplicantesi negli ascomiceti in modo affatto diverso da quello voluto dal Dangeard. E vogliamo anzi riprodurre le stesse sue parole perchè ci sembrano di una grande convinzione.

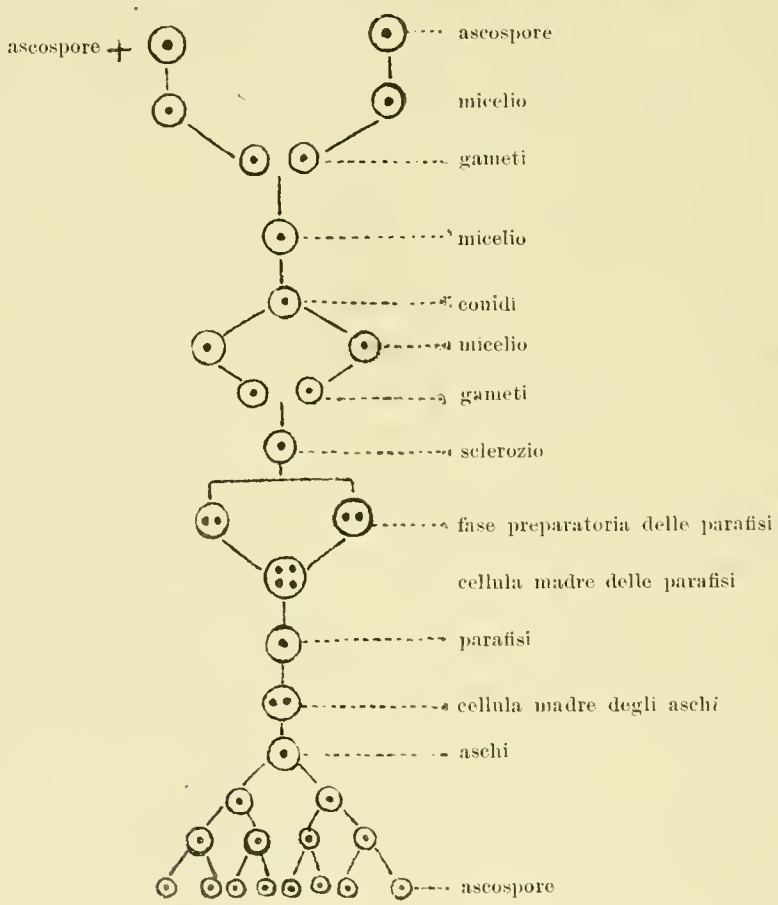
Dopo avere il Faull ammesso che il Dangeard fu il primo a scoprire la binucleartità della cellula madre dell'asco e ad attribuirle il carattere di un atto sessuale, soggiunge: « but this conclusion scarcely seems plausible because the following facts appears ho have been abreadyy been satifactorily demonstrated in several instances: 1. there has already been a fusion of sexual elements in the ontogeny of the individual, 2. the fusing nuclei in the ascus are division products of nuclei belonging to the same cell, and perhaps in some cases even daughters of sister nuclei, and 3. they are vegetatively active before fusion, as is the single nucleus after fusion. The phenomenon is probably vegetative rather than sexual, but its nature and significance will not be fully understood untill further research reveals whether or not it is an acquired feature.

Senza ingolfarci in una discussione la quale non lascia sperare una definitiva soluzione di questi particolari problemi dello sviluppo degli ascomiceti, e senza volere costringere i fatti da noi osservati nella cerchia di teorie non ancora interamente accettate in micologia, riassumeremo in uno schema i punti

(1) Faull J. H.—*Development of Ascus and Spore formation in Ascomycetes.*—pag. 102.

salienti del ciclo evolutivo della *Pleospora herbarum* quali sono risultati dalle nostre ricerche, tenendo presente le odierne vedute del Blakeslee relative alla ripartizione dei sessi in miceli solo fisiologicamente differenziati, in quanto che la *Pleospora herbarum* da noi studiata si è dimostrata nelle colture decisamente eterotallica, cioè fornita di ascospore dalle quali procedono miceli sessualmente differenziati.

Ecco lo schema riassumente i fatti da noi osservati.



In questo schema il punto meno chiaro dal lato della interpretazione è quello riguardante la fase preparatoria delle parafisi, e cioè la comparsa di cellule bi-e tetranucleate.

Se non si vuole accettare la opinione del Faull (loc. cit.)

che cotesti processi di divisione e di fusione nucleare rappresentino delle fasi puramente vegetative, e se anche non si vuole ammettere in uno stesso ciclo di sviluppo ontogenetico la ripetizione di atti sessuali, la bi-e tetranuclearità delle cellule madri delle parafisi potrebbe avere il solo significato di disgiunzione e ricombinazione di entità nucleari (cromosomi o procromosomi) a fine di trasmettere e ripartire nelle ascospore i caratteri ereditarî appartenenti ai progenitori. Nelle tre divisioni che nell'asco precedono la formazione delle ascospore, la sostanza cromatica verrebbe a ripartirsi nelle cellule figlie in quantità eguali ma non altrettanto fornite delle stesse qualità (caratteri o germi) ereditarie.

Dal punto di vista filogenetico la successione delle fasi quali abbiamo delineate nella *Pleospora herbarum* farebbe riattaccare viemaggiormente questi Pirenomiceti alle Alghe Carposporee, e fors'anco alle Embriofite potendosi annettere allo sclerozio il significato di un organo omologabile all' embrione.

Spiegazione delle Tav. I e II.

Tav. I.

Fig. 1. — Sezione trasversale di foglia di *Corypha australis*, che fa vedere il micelio intercellulare di *Pleospora herbarum*, del quale alcune ife perforano l' epidermide.

» 2 a 6. — Ascospore di *Pleospora herbarum*; 2) spora appena uscita dall'asco e fornita di alone mucillaginoso; 3 a 6) spore germinanti.

» 7 e 8. — Fusioni ad H di ife miceliche.

» 9 a 11. — Altri e differenti casi di unione di ife.

» 12 a 15. — Particolari modi di unione di ife a pastorale, precedenti la formazione degli sclerozî.

» 16 e 17. — Stadî varî della formazione dei conidî a Sarcinula.

» 18. — Proliferazione in colonia di *Macrosporium*.

» 19. — Formazione di conidî da cellule del peridio di uno sclerozio.

» 20. — Peritecio di *Pleospora herbarum* var. *Coryphae* ottenuto in coltura a goccia pendente.

Tav. II.

Fig. 21 a 27. — Varî modi di unione di ife precedenti la formazione degli sclerozî, in mezzi di coltura solidi, ed osservati nelle sezioni microtomiche. Nelle Fig. 26 e 27 si osserva il passaggio avvenuto del nucleo da una cellula nell' altra.

» 28 a 36, 39 e 40. — Stadî varî della formazione di uno sclerozio. Gli elementi disegnati con protoplasma denso e con nucleo vistoso rappresentano cellule germinali emananti dalla divisione della cellula che è il prodotto della fusione di due gameti.

» 37 e 38. — Ganglî miceliei senza cellule germinali, comparabili a spore-bulbilli.

» 41. — Sezione assile di uno sclerozio maturo nel quale si nota la differenziazione di una parte delle sue cellule in serie di elementi filiformi (parafisi).

» 42. — Cellule di uno sclerozio in via di differenziazione ascogena.

» 43. — Elementi disposti in serie lineare, frammisti alle parafisi e che si differenziano in aschi.

» 44. — Sezione di uno sclerozio differenziantesi in peritecio ascoforo, dove si nota l' origine intercalare delle cellule madri degli aschi.

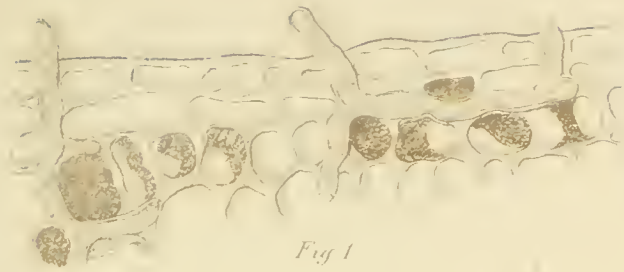
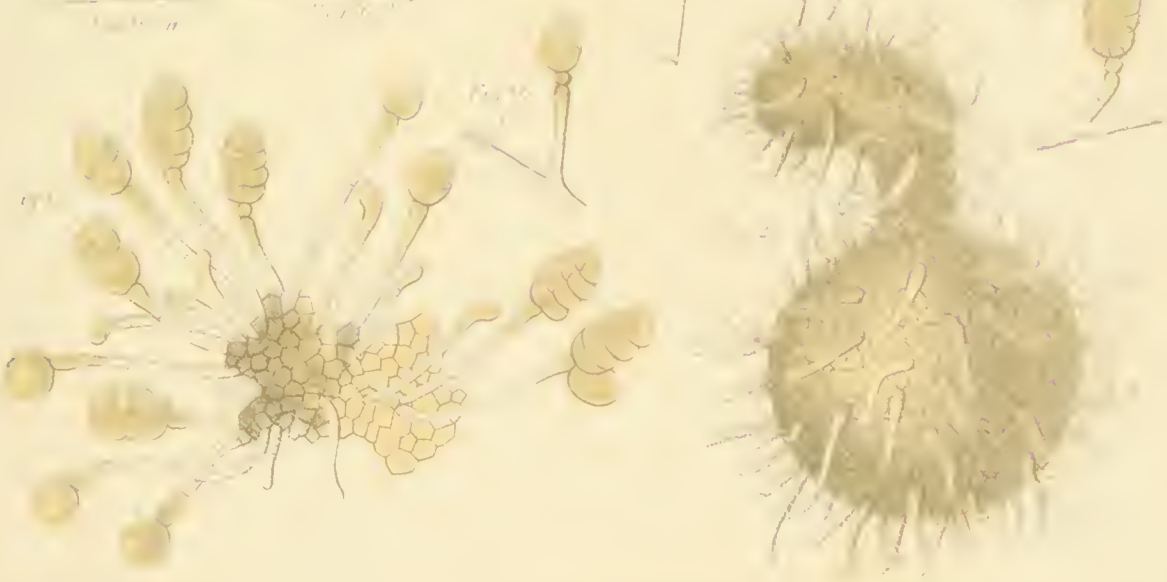


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 4

Fig. 6



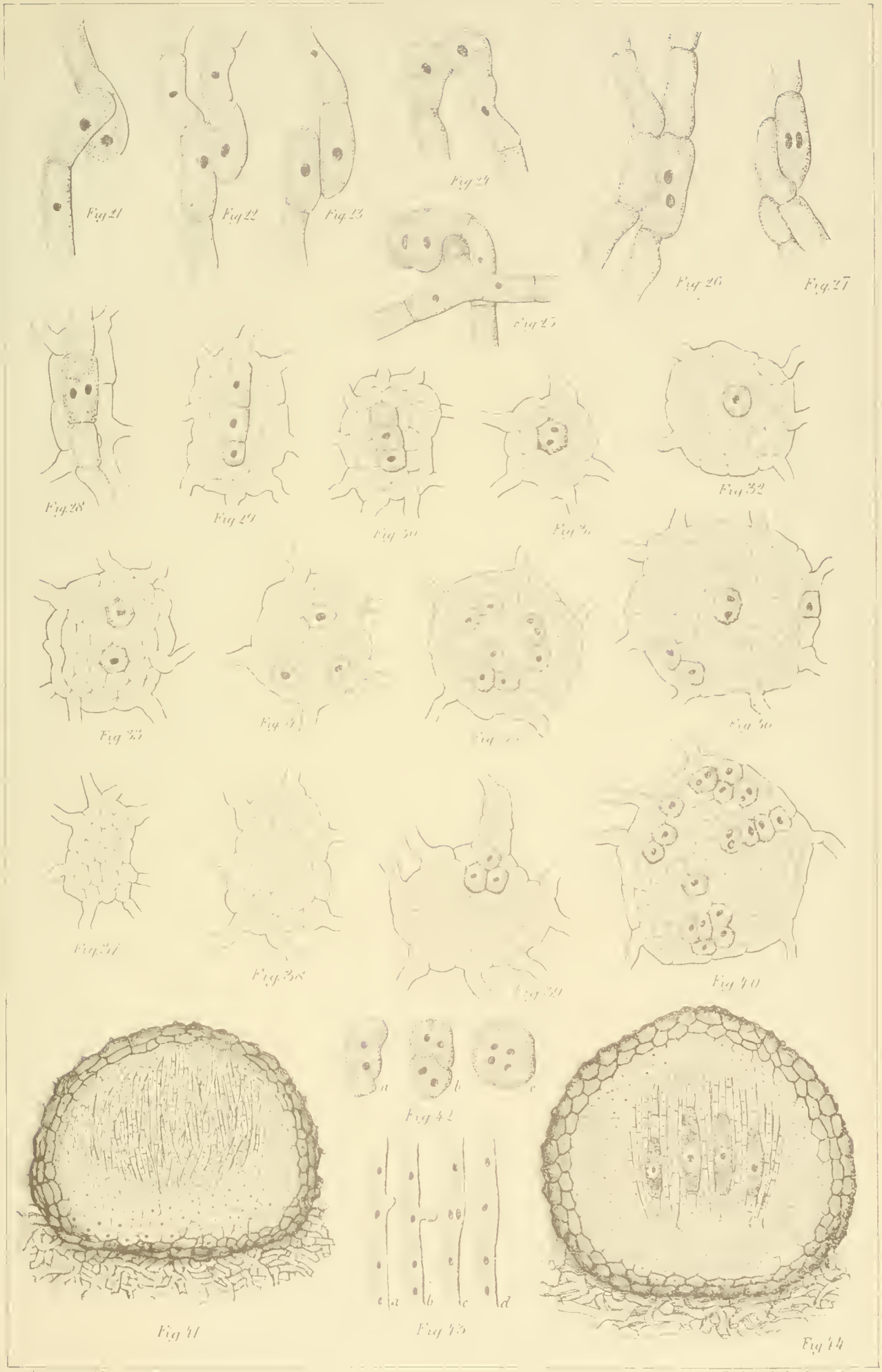


Fig 21
Fig 22
Fig 23
Fig 24
Fig 25
Fig 26
Fig 27
Fig 28
Fig 29
Fig 30
Fig 31
Fig 32
Fig 33
Fig 34
Fig 36
Fig 37
Fig 38
Fig 39
Fig 40
Fig 41
a
b
c
Fig 42
a
b
c
d
Fig 43
Fig 44

Memoria III.

Azione sperimentale dei succhi digerenti sull' involucro delle ova di alcune Tenie

Ricerche di UMBERTO DRAGO

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
Proff. STADERINI ed A. RUSSO (*relatore*).

In questa Memoria l' A. espone una serie di ricerche sperimentali sulle ova di *Taenia crassicollis*, *T. serrata* e *T. medio-cannellata*, dirette a saggiare l' azione dei succhi digerenti dei rispettivi osti intermedi sul guscio di dette ova. Le esperienze sono condotte con la massima circospezione, trattando le ova con succo gastrico acidificato, con bile e con succo pancreatico — ricavati secondo le norme della tecnica fisiologica — e mantenute nel termostato alla temperatura di 38°-39° *C*, insieme a preparati di controllo tendenti ad esplorare il potere digerente dei succhi stessi

Il risultato di tali esperienze, contrariamente a quanto generalmente si ammette, non fu assolutamente positivo, e quelle relative modificazioni constatate dall' A. non sono esclusivamente devolute all' azione della bile, come sosteneva, per sue esperienze, il De Vincenzis. Secondo l' A. non è constatabile quell' azione dissolvente sull' intera membrana ovulare ammessa comunemente, poichè questa non scomparisce nè si assottiglia; ma dalla maggiore fragilità da essa acquistata dopo l' azione del succo gastrico, e più specialmente in seguito alla digestione con succo pancreatico, è a dedurne che queste secrezioni, e a preferenza l' ultima, agiscano digerendo il cemento che unisce i pezzi chitinosi del guscio.

Un' altra serie di esperienze fu intrapresa per provare se le ova prima di pervenire nell' oste subissero delle modificazioni dovute all'ambiente esterno, ma anche tali ricerche risultarono negative.

L' A. con opportune considerazioni mette in rilievo l' apparente con-

traddizione tra i risultati sperimentali e le affermazioni dei Parassitologi derivanti dalla necessità di spiegare il ciclo evolutivo delle Tenie, e spiega tale contraddizione ammettendo che le condizioni dell' esperimento in vetro, per quanto prossime alle naturali, non siano tuttavia identiche, e che influenze esterne diverse da quelle sperimentali agiscano sul guscio, rendendolo più accessibile all' azione dei succhi digerenti, o che infine il guscio dell' ovo reso più fragile dell' azione peptolitica del succo gastrico e pancreatico, sia disgregato dall' azione meccanica dei movimenti intestinali.

I risultati notevoli contenuti in questa Memoria, che sarà seguita da altre su lo stesso soggetto, la rendono degna di essere inserita negli Atti della nostra Accademia.

Nel corso di alcune ricerche sull' embrione della *Tenia serrata* del Cane e della *T. crassicollis* del Gatto fui colpito dal fatto che le ova (1), messe a contatto con succo gastrico rispettivamente di Coniglio e di Topo, e mantenute alla temperatura di 37^0-38^0 non presentarono notevoli modificazioni relative all'integrità dell' involucro esterno.

Però è così generalizzato fra i Parassitologi il concetto che il succo gastrico digerisca il guscio delle ova delle varie specie di Tenia, pervenute che esse siano nello stomaco degli animali destinati ad ospitarne il cisticerco, che un risultato sperimentale, il quale deponga in senso contrario, deve essere assoggettato a prove reiterate, e ad una critica rigorosa. D' altro canto l' asserzione dei Parassitologi, rispondente più che altro a una necessità biologica per potere spiegare il ciclo evolutivo di detti parassiti, non è stata fin' ora controllata da alcuna prova sperimentale. (*)

Fo osservare prima di tutto che riesce incomprensibile co-

---

(1) Per maggiore intelligenza di linguaggio, mantengo all' embrioforo la comune denominazione di « ovo ».

(*) V. appendice in fine.

me mai il guscio di dette ova, il quale generalmente si ritiene di natura chitinosa, possa venire più che attaccato, digerito dal succo gastrico al quale, com' è noto, è refrattaria la chitina.

Sulla costituzione chimica di questa membrana non pare esistano dei dubbi: il COBBOLD (1) p. es. fra gli altri ne sostiene la natura chitinosa avvalendosi dell' autorità del LEUCKART, ed afferma che... « The remaining part of the yolk forms a granular mass, being probably concerned in the formation of the true *chitinous* shell ». Dopo di questi autori tutti gli altri che si sono occupati dell' argomento non hanno affermato diversamente.

Per quanto concerne l' azione digerente spiegata dal succo gastrico su questa membrana, e la consecutiva fuoruscita della larva esacanta, mi basti per tutti menzionare il RAILLET (2) il quale scrive che: « Dés qu'ils (le ova) sont parvenus dans l'intestin, leur coque est détruite sous l'action du suc gastrique et l' éclosion a lieu »; e il BLANCHARD (3), parlando dell' ovo della *T. serrata* afferma che « Les sucs digestifs dissolvent la coque, et l' embryon est mis en liberté ». Ma, in contrapposto a queste asserzioni, i chimici e biologi, fra cui l' HOLLEMANN (4) e il LUCIANI (5), insegnano che la chitina, come avanti ho accennato, è refrattaria all' azione del succo gastrico.

Date queste considerazioni contraddittorie, e la mia osservazione precedentemente ricordata, ho creduto di intraprendere delle ricerche sull' argomento, non col preconcetto di distruggere un' asserzione la quale rientra nel dominio delle necessità biologiche, ma per constatare se ne fossero esatti i particolari e le condizioni invocate, ed il meccanismo così semplice. Tanto maggiormente mi sono accinto a questa ricerca in quanto che la

(1) *Parasites: A treatise on the Entozoa of man and animals ecc.* by T. SPENCER COBBOLD.

(2) *Traité de Zoologie medicale et agricole* par A. RAILLET.

(3) *Traité de Zoologie medicale* par RAPHAÉL BLANCHARD.

(4) A. F. HOLLEMANN. *Trattato di Chimica organica.*

(5) LUCIANI — *Fisiologia dell' uomo.*

membrana chitinosa di cui è parola, non è costituita da uno strato continuo, ma da bastoncelli radiali disposti in serie, come hanno asserito il LEUCKART, e gli autori susseguenti, fra cui il più recente il MINGAZZINI (1), e come io stesso ho potuto constatare (2). « The true shell, dice il COBBOLD (3) displays a series of radiating and circular lines; the former, however, are more conspicuous than the latter, being due, according fo LEUCKART to the presence of a series of fine rod-like chitinous elements, wich are formed on the external surface of the original true shell-membrane ».

Sarebbe quindi legittimo il sospetto che questi bastoncelli chitinosi, quantunque inattaccabili dal succo gastrico, siano tuttavia saldati fra di loro da una sostanza cementante, sulla quale agendo il succo gastrico, indurrebbe il disgregamento dei bastoncelli e quindi sarebbe resa possibile la fuoruscita dell'embrione.

*
* *

Una prima serie di ricerche sono state eseguite su ova di *Tenia serrata* e di *T. crassicollis*. Il materiale rappresentato dalle ultime proglottidi mature di questi elminti, veniva ricercato nei Cani e nei Gatti che a questo scopo venivano sacrificati. Devo però far notare come non mi sia riuscito riscontrare specialmente la *T. serrata* con quella estrema frequenza colla quale si afferma che essa occorra. Molto probabilmente questa infrequenza è dovuta alla circostanza che fra i Cani da me sacrificati solo pochi erano animali da caccia, la maggior parte provenendo da quelli randagi catturati e fornitimi dal Municipio. Comunque, su un grande numero di animali uccisi, solo tre volte ebbi occasione di riscontrare la *T. serrata*, e, su parecchi Gatti quattro volte la *T. crassicollis*.

(1) PIO MINGAZZINI — *Zoologia medica*.

(2) V. appendice.

(3) Loc. cit.

Una seconda serie di esperienze, per questa relativa difficoltà di procurarmi il materiale, è stata intrapresa con proglottidi di *Tenia saginata* eliminate quotidianamente da un individuo che l'ospitava.

SERIE PRIMA

(Tenia serrata e T. crassicollis)

Esperienza I.

Le proglottidi mature di *T. serrata* finamente taglinzzata vengono poste in una capsula di Petri insieme a succo gastrico di Coniglio ricavato col metodo di Eberle, e acidificato con acido cloridrico in rapporto del 2 °/₀₀. La capsula col suo contenuto viene posta nel Termostato riscaldato a 39° C. Contemporaneamente in un'altra capsula di controllo contenente un'altra porzione dello stesso succo gastrico acidificato, è messo un pezzetto di muscolo per saggiare il potere digerente della miscela.

Due ore dopo si notano alquanto rimpiccioliti i pezzetti di proglottidi, e nella capsula di controllo il muscolo si riscontra rammollito e di colore sbiadito.

Quattr'ore dopo si osservano assai più accentuate queste modificazioni, e finalmente, riesaminati dopo otto ore, si trovano fluiditicati e irriconoscibili tanto i frammenti di proglottidi che il muscolo.

Analizzato al microscopio il liquido proveniente dalla digestione artificiale delle proglottidi, si osserva un numero grandissimo di ova libere col loro involucro caratteristico immodificato, e l'embrione esacanto.

Prolungando la digestione per altre 12 ore coll'aggiunta di acqua acidulata, e riesaminato il liquido, le ova si mostrano cogli stessi caratteri precedentemente accennati, e quindi colla membrana integra, però alquanto più fragile alla pressione.

Esperienza II.

Manipolazione come nel caso precedente con risultati identici.

Il succo gastrico attivo sui pezzetti di muscolo collocativi per controllo, non addimostra alcuna azione sul guscio delle ova le quali lasciano vedere nel loro interno l'embrione già 4-8-12-24 ore dopo l'inizio della digestione artificiale.

I preparati vengono mantenuti nell'incubatrice per lo spazio di due giorni e mezzo, dopo il quale le ova continuano a mostrare inalterato il loro guscio.

Esperienza III.

Quest'esperienza identica alla precedente per quanto concerne la digestione di frammenti di proglottidi e di muscolo nel succo gastrico, differisce in quanto viene completata da contemporaneo cimento dei pezzi in succo pancreatico.

Questo viene preparato con infuso di pancreas fresco di Coniglio, e vi si immettono frammenti di proglottidi e di muscolo, che sono esposti alla temperatura del termostato contemporaneamente ai pezzi immersi nel succo gastrico.

Riesaminati dopo 8 ore si riscontra la colliquazione dei pezzi, mentre le ova, osservate al microscopio non presentano, come negli esperimenti precedenti, alcuna modificazione nel guscio.

La digestione viene prolungata per 36 ore senza che intervenga alcun'altra modificazione.

Esperienza IV.

Proglottiti mature di *Tenia crassicollis* manipolate come nei casi precedenti sono messe a digerire in succo gastrico ottenuto, col solito metodo dallo stomaco di *Mus decumanus* e acidificato. In altro recipiente è saggiato il potere digerente mediante frammenti di muscolo.

La digestione prolungata sino a due giorni, e le intercorrenti osservazioni macroscopiche e microscopiche mentre danno risultati positivi per quanto si riferisce al potere digerente del succo gastrico, non lasciano scorgere alcuna modificazione nel guscio dell' uovo.

Esperienza V e VI.

Manipolazioni identiche e identici risultati; solo nell' esperienza V si nota una maggiore fragilità nel guscio delle ova, il quale a una lieve pressione si rompe in varii punti nel senso delle strie radiali.

Esperienza VII.

In questa viene, come per la *T. serrata*, saggiata contemporaneamente l' azione del succo pancreatico ricavato dal Topo per infuso della glandola.

L' osservazione prolungata sino a due giorni non fa rilevare alcun risultato positivo, ma, come per le esperienze precedenti, le ova presentano il guscio inalterato, e l' embrione all' interno coi suoi uncini caratteristici.

Però, avendo lasciato per altri due giorni i preparati nel termostato, constatai che al 4° giorno il guscio aveva assunto una certa fragilità dimostrata dal fatto che in molte ova esso si rompeva sotto la semplice pressione del vetrino, mentre l' osservazione del preparato privo del coprioggetti mi faceva discernere i gusci integri.

Non avendo potuto, per mancanza di materiale, controllare se questa maggiore fragilità di guscio dipendesse esclusivamente dall' azione digerente del liquido, ovvero da un semplice fatto di imbibizione agevolato dall' azione prolungata del calore, dovetti rimandare il seguito di queste esperienze ad altra epoca, tanto più che in alcuni casi avevo visto il fenomeno avverarsi in ova che non avevano subìto l' azione dei liquidi digerenti, e

provenienti da proglottidi rimaste per parecchi giorni in macerazione nell'acqua.

SECONDA SERIE

Tenia saginata.

Più tardi ho avuto occasione di trovare una fonte inesauribile di materiale in un individuo che ospitava la *T. saginata* ed emetteva quotidianamente da 5-8 proglottidi mature di questo elminto.

Ho voluto allora riprendere le ricerche sperimentando l'azione del succo gastrico artificiale sulle ova di questa Tenia, e a tal uopo ho preparato una soluzione acquosa di pepsina del commercio che ho acidificato con acido cloridrico al 2 $^0/_{00}$.

Ho quindi sperimentato il potere digerente di questa miscela, non solo coi soliti frammenti di muscolo, ma ancora coi cubetti e coi dischi di albumina cotta, come si pratica comunemente, e il risultato è stato positivo, in quanto che tanto il muscolo che l'albumina dopo circa sette ore erano fluidificati.

Con questa miscela ho intrapreso delle esperienze sulle ova di T. saginata le quali mi hanno condotto a risultati sostanzialmente non dissimili da quelli ottenuti nelle precedenti esperienze.

Epperò, considerando che la pepsina, per quanto attiva, provenendo per avventura da animali diversi da quello destinato ad ospitare il *Cisticercus bovis*, non mi avrebbe messo nelle identiche condizioni della natura, ho voluto contemporaneamente sperimentare con succo gastrico procuratomi direttamente da tali animali, e relativamente fresco.

Per tanto ho preparato ogni volta una certa quantità di succo gastrico di Vitello valendomi della mucosa dello stomaco di animali appena uccisi al mattatoio, e ricavandolo col solito metodo di Eberle. Acidificandolo al titolo del 2-4 $^0/_{00}$ con acido

cloridrico, ne ho quindi saggiato il potere digerente come nei casi precedenti, e assicuratomi di esso ho intrapreso le esperienze.

Esperienza VIII.

Le proglottidi di *T. saginata* sminuzzate in piccoli frammenti vengono poste in succo gastrico di Vitello ed esposte alla temperatura di 38°-39° nell'incubatrice assieme ad altra capsula di controllo contenente frammenti di muscolo e di albumina cotta.

Dopo sei ore tutti i frammenti sono digeriti, e il liquido contenente le proglottidi si mostra al microscopio ricco di ova col guscio inalterato e coll'embrione fornito degli uncini caratteristici.

Prolungando la digestione per molte ore ancora (sino a tre giorni) nessuna ulteriore modificazione si riscontrava nel guscio delle ova, salvo una certa opacità che non sempre permetteva di distinguere attraverso di esso l'embrione, e talora alcune leggiere sfrangiature radiali, superficiali dell'orlo esterno. Nei casi in cui l'opacità non permetteva di distinguere gli uncini dell'embrione, si poteva sempre constatare la presenza di questo, facendolo fuoruscire dall'involucro mediante pressione sul vetrino.

Esperienza IX, X, e XI.

Queste esperienze sono state ripetute nelle identiche condizioni e colla stessa tecnica delle precedenti allo scopo di confermare i risultati, i quali sono stati perfettamente simili: il guscio delle nova non pare risenta nell'insieme alcuna azione da queste digestioni per quanto prolungate, e per quanto attivo si mostri sui frammenti di muscolo e sulle parti molli delle proglottidi e sull'albumina cotta; però si nota ancora quella condizione, precedentemente accennata, della sua maggiore fragi-

lità la quale fa sì che alla pressione si rompa, e accentuando la pressione i frammenti vengano in parte rimossi dall'embrione (1).

Esperienza XII.

Constatata l' attività del succo gastrico sulle parti molli delle proglottidi, sui frammenti di muscolo, e sull' albumina cotta, ho voluto fare a meno di frammentare gli anelli della Tenia che ho quindi immessi interi nel liquido digerente.

Il risultato è stato conforme all'aspettativa, poichè già alla 4ª ora è avvenuta la completa colliquazione delle proglottidi, e quindi nel liquido non si sono osservati al microscopio che ova libere.

Ma con questo esperimento ho voluto mettermi ancora più precisamente nelle condizioni naturali, ed ho quindi trattato le ova, che avevano già subìto l'azione del succo gastrico, con bile e successivamente con succo pancreatico ricavato dallo stesso animale di recente ucciso.

Il risultato come in tutti i casi precedenti è stato negativo per quanto si riferiva alla digestione del guscio chitinoso. Però molte delle ova, che si presentavano intensamente colorate in verde scuro per la bile, si schiacciarono in seguito alla sovrapposizione del vetrino, la quale aveva per effetto di rompere in parecchi punti il guscio, con fratture nel senso radiale, che permettevano talora con qualche leggiera pressione la fuoruscita dall' embrione.

Esperienza XIII.

Quest' esperienza è stata condotta colla stessa tecnica e nelle stesse condizioni della precedente. Le ova che avevano già subìto per 4 ore l'azione del succo gastrico dimostrato attivo sui frammenti di muscolo e sulla stessa proglottide, sono state sottoposte successivamente all' azione della bile e del succo pancreatico.

(1) Noto un particolare non privo di interesse: che tutte le volte che riuscivo a liberare dal guscio l' embrione, questo si mostrava immobile.

I risultati sono stati identici: ho potuto anche qui constatare con piena convinzione la maggiore fragilità del guscio, nel quale bastava apporre il copriogetti per determinarne la rottura in molti punti.

*
* *

Dimostrato così sperimentalmente insussistente il concetto che i succhi digerenti facciano scomparire per azioni peptolitica il guscio delle ova delle Tenie, come parrebbe dovesse avvenire secondo le asserzioni di molti Elmintologi, ma che invece essi rendono soltanto l'involucro più fragile, non ho voluto arrestare a questo punto il corso delle mie esperienze, ma ho creduto prudente variarne alquanto le condizioni.

Partendo dalla considerazione che nelle condizioni naturali della infezione le proglottidi di questa Tenia e con esse le ova, non pervengono nel canale alimentare dei bovini appena emesse dall' uomo, ma dopo un tempo variabile, ho supposto non inverosimile che esse subissero una modificazione nell' ambiente esterno per la quale venisse resa più accessibile all' azione dissolvente dei succhi digerenti la membrana involgente. Tanto più verosimile mi è sembrata questa ipotesi, in quanto che, come si sa, gli embrioni di varie Tenie conservano per lungo tempo, dopo la fuoruscita delle proglottidi dal corpo dell' animale ospitatore, la loro vitalità e la capacità a svilupparsi in cisticerchi, quando pervengono nell' ospite intermedio.

Pertanto ho istituito nuove esperienze mettendo a macerare in acqua delle proglottidi e cimentandole quindi coi succhi digerenti del Vitello, come per le esperienze precedenti, ad intervalli successivi di 4-7-9-12 giorni.

Esperienza XIV.

Proglottidi in macerazione in acqua sudicia da 4 giorni. Trattamento come nei casi precedenti.

Risultato: dissoluzione delle proglottidi nei succhi digerenti: nessuna alterazione di insieme nel guscio: solo constatabile la consueta fragilità.

Esperienza XV.

Macerazione prolungata per 7 giorni. Trattamento identico all' esperimento precedente.

Risultato: In molte ova il guscio si frattura in parecchi punti appena vi si sovrappone il coprioggetti. Esaminate però le ova prima di sovrapporre il vetrino sul preparato, solo in alcuni si rinvengono fratture nel guscio.

Esperienza XVI.

Proglottidi in macerazione da 9 giorni. Trattamento successivo coi succhi digerenti del Vitello.

Risultato: come nei casi precedenti.

Esperienza XVII e XVIII.

Dopo una macerazione prolungata per 12 giorni, le proglottidi macroscopicamente si presentano alquanto spogliate della cuticola, ed attortigliate, e nel liquido maceratore si nota la presenza di una grande quantità di ova inalterate relativamente al guscio e all' embrione. Queste proglottidi insieme a una certa quantità di ova vengono immerse nei soliti liquidi digerenti ed esposti alla stufa.

Risultato: Maggiore fragilità del guscio già dopo l' azione del succo gastrico, condizione la quale si accentua dopo l' azione della bile e del succo pancreatico.

CONCLUSIONI

1. Le esperienze su esposte dimostrano sufficientemente che le digestioni artificiali non esercitano sull' insieme del guscio chitinoso delle ova di Tenia quell' azione dissolvente, attribuita per

comune opinione e per necessità biologica al succo gastrico dell' ospite intermedio, ma esse lo rendono semplicemente più fragile confermando la refrattarietà della chitina ai succhi digerenti.

II. Questa maggiore fragilità è dovuta verosimilmente all' azione peptolitica esercitata da questi succhi sulla sostanza che cementa i pezzi chitinosi del guscio. L' azione peptolitica sul cemento sarebbe iniziata dal succo gastrico, e il disgregamento dei pezzi chitinosi verrebbe quindi agevolato dalla bile e dal succo pancreatico.

III. Gli elementi chitinosi del guscio così disgregati vengono quindi rimossi dalla periferia dell' embrione presumibilmente mediante i movimenti intestinali.

IV. Non è dimostrata sul guscio delle dette ova un' influenza della macerazione in acqua che agevoli il disgregamento di esso nei succhi digerenti.

APPENDICE

Il presente lavoro era già stato comunicato ed in corso di stampa allorchè venni a cognizione che il De Vincenzis in una monografia sui Cisticerchi oculari comparsa nel 1887 nella « Rivista internazionale » si era occupato dell' argomento. Questo lavoro rimasto quasi ignorato fra i Parassitologi e i trattatisti che si sono in seguito intrattenuti sull' argomento, forse perchè il titolo lo ha fatto considerare come una monografia speciale di oculistica , contiene una serie di esperienze sull' azione del succo gastrico e della bile sopra il guscio dell' ovo di *Tenia saginata* e diligenti osservazioni sulla fina struttura del guscio stesso.

Per quanto si riferisce a questa l' A. pur ammettendo che essa sia costituita da bastoncelli, presumibilmente cementati da una sostanza intermedia, sostiene di avere osservato che tali bastoncelli, non sono del tutto staccati alla estremità, ma derivino

da un unico pezzo ripiegato ad anse formanti perifericamente delle « staffe ».

Ma in ordine all' azione spiegata dal succo gastrico e dalla bile sulla membrana esterna dell' ovo, mentre i risultati finali convergono con i miei, molte incertezze e contraddizioni si riscontrano nei particolari, nella tecnica e negli apprezzamenti.

Così l' A. fa vagamente comprendere di avere inutilmente sperimentato il succo gastrico, senza per altro riferire per quanto tempo vi abbia tenuto le ova, non solo, ma dichiara di avere adoperato i succhi digerenti del maiale nella supposizione che il materiale da esperimento appartenesse alla *T. armata* mentre successivamente fa sapere che si trattava della *T. saginata*.

Oltre a ciò l'A. non acidifica a successivi intervalli di tempo la miscela digerente di succo gastrico, come si suole praticare nelle digestioni sperimentali, nè controlla il potere digerente del liquido da lui adoperato, per quanto ci faccia sapere che lo estraeva mediante fistola dagli animali.

Quindi, dopo aver fatto subire alle ova della supposta *Tenia armata* l'azione del succo gastrico di maiale, non si sa per quanto tempo, deducendone la quasi inattività le sottopone all' azione della bile dello stesso animale, ma, caso singolare e contradittorio, mentre egli afferma di essere riuscito in tutti i casi a fare « sgusciare » gli embrioni colla bile di maiale, riferisce a titolo di cronaca in una nota, che un'esperienza gli fallì sol perchè la bile adoperata, che gli si era dato ad intendere come appartenente a un maiale, era invece di pecora !

Ognuno vede agevolmente da queste premesse quale valore meritino i risultati e le relative considerazioni, quando si rifletta che, sperimentare coi succhi del maiale sulle ova di *T. saginata* non è mettersi nelle identiche condizioni della natura, come ho avuto occasione di osservare nel corso del mio lavoro. Quando poi si ponga mente che nel caso di *indifferenza specifica di azione* dei *succhi* avrebbero dovuto mostrarsi ugualmente attivi quelli dei due citati animali, o, nel caso di *prevalenza* d'azione, quello

di pecora avrebbe dovuto per affinità fisiologica dimostrarsi più attivo, i risultati e gli esperimenti del De Vincenzis diventano molto discutibili.

Ma non meno discutibile è la deduzione dell' A. intorno all' azione che la bile eserciterebbe, per sè sola, sul guscio, poichè stando a quanto egli descrive e raffigura, questo liquido non solo disgregherebbe gli elementi che compongono l' involucro esterno dell' ovo, ma, a quanto pare, li dissolverebbe, o, non si sa come, li allontanerebbe dal corpo dell' animale. Egli mentre, conformemente a quanto io stesso ho constatato, sostiene che i gusci divengono più fragili, esclude che la loro rottura, nelle condizioni di esperimento sia dovuta alla pressione artificiale del vetrino coprioggetti, o ad altra causa estranea, ritenendo sufficiente di avere appoggiato questo su due altri frammenti di vetrino adiacenti alla goccia, allorquando gli sarebbe stato più agevole e più persuasivo esaminare il liquido, come è stato da me praticato per lo stesso intendimento, senza vetrino.

Io tralascio dal fare apprezzamenti su questa pretesa azione peptolitica della bile, la quale non è stata fin' ora da alcun autore in via generale nè accennata nè sospettata. Viceversa dalle più recenti ricerche su questa secrezione digerente, eseguite dal Bruno nel 1899 si ammette oggidì che l' azione predominante della bile sia quella di sospendere l' azione del succo gastrico, eccitando all' incontro quella degli enzimi del succo pancreatico.

Ed è precisamente col succo pancreatico che il De Vincenzis ha omesso di sperimentare.

È quindi evidente che nel lavoro di quest' autore da un canto è difettosa la sperimentazione, dall' altro sono zoppicanti le interpretazioni; così che è lecito supporre in base alle conoscenze fisiologiche e ai risultati delle mie ricerche, che egli, per difetto di manipolazione ha attribuito esclusivamente alla bile quell' azione che va devoluta principalmente al succo gastrico e secondariamente alla bile o al succo pancreatico.

A tutti questi difetti di sperimentazione e di deduzioni io

avevo già precedentemente ovviato nel mio lavoro, condotto senza conoscere quello del De Vincenzis, così che mi credo dispensato da ulteriori richiami, rimandando il lettore alle mie conclusioni.

Non posson intanto chiudere il presente lavoro senza porgere sentite azioni di grazie al prof. B. Grassi che mi ha gentilmente fornito la chiestagli monografia del De Vincenzis.

Memoria IV.

Sopra un nuovo sviluppo singolarmente convergente per l' integrale della estinzione secondo la teoria di Bouguer

Nota di A. BEMPORAD

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE, COMPOSTA DEI SOCI EFFETTIVI PROFF. M. PIERI E G. PENNACCHIETTI (*relatore*).

Partendo dalla espressione data da Bouguer per il calcolo delle masse d' aria attraversate dai raggi d' un astro, il Dott. Azeglio Bemporad mostra come l' integrale, che compare in questa espressione, possa calcolarsi mediante uno sviluppo assai convergente, i cui termini dipendono in modo semplice dalla funzione di Kramp. La convergenza dello sviluppo è specialmente notevole per astri assai vicini all' orizzonte, mentre le altre forme di sviluppo fin qui note non erano praticamente applicabili oltre la distanza zenitale di 85°. L' A. estende inoltre questa forma di sviluppo al caso di strati atmosferici di altezza limitata e anche al caso di distanze zenitali superiori a 90°. Questi risultati ci sembrano importanti, e però la Commissione stima che la Memoria sia degna di essere inserita negli Atti dell' Accademia.

1. Quantunque la teoria d' estinzione di Bouguer non abbia ormai che un interesse puramente storico, poichè altre più precise sono venute a sostituirla, pure è utile dal lato teorico e didattico, dare ai relativi sviluppi il necessario rigore non disgiunto dalla massima rapidità possibile.

La teoria d' estinzione di Bouguer fornisce per il calcolo

della massa d'aria $F(z)$ attraversata dai raggi incidenti colla distanza zenitale z l'espressione

$$F(z) = \frac{1}{l} \int_0^z \frac{e^{-\frac{h}{l}} (a + h)\, dh}{\sqrt{a^2 \cos^2 z + 2\, a\, h + h^2}} ,$$

dove a indica il raggio terrestre, l l'altezza dell'atmosfera ridotta omogenea, h l'altezza di un punto generico della traiettoria dei raggi luminosi al di sopra del luogo d'osservazione e finalmente e la base dei logaritmi Neperiani [1]).

Mostrai già in una mia prima nota su questa teoria [2]), come lo sviluppo dato da Bouguer per questo integrale e riprodotto anche nei più recenti trattati di fotometria

$$F(z) = \sec z - \frac{l}{2a} \sec z\, tg^2 z + (l - \frac{1}{3}\, a \cos^2 z) \frac{l \sec^3 z\, tg^2 z}{2\, a^2} + \ldots \qquad (1)$$

lasci molto a desiderare dal lato del rigore, e assegnai in pari tempo lo sviluppo esatto

$$F(z) = \sec z - \frac{l}{a} \sec z\, tg^2 z + \frac{3l^2}{a^2} \sec^3 z\, tg^2 z - \frac{3l^3}{a^3} (5 \sec^2 z - 1) \sec^3 z\, tg^2 z + \ldots \quad (1a)$$

e le relative condizioni di convergenza. Da queste risultava, che lo sviluppo in discorso non è applicabile oltre $z = 82^0$, mentre nelle ordinarie tabelle d'estinzione sogliono darsi i valori delle masse d'aria secondo la teoria di Bouguer, fino a $z = 88^0$ [3]). In una nota successiva [4]) colmai questa lacuna, dando un nuovo

---

[1]) V. G. MÜLLER — *Die Photometrie der Gestirne*, pag. 119, ovvero la mia nota: *Sulla teoria d'estinzione di Bouguer* — Memorie della Soc. degli Spettrosc. Ital. Vol. XXX, 1901.

[2]) V. Nota testè citata.

[3]) Cfr. G. MÜLLER, *Die Photometrie der Gestirne*, pag. 135.

[4]) *Sopra un nuovo sviluppo dell'integrale della estinzione atmosferica* — Memorie Spettroscopisti XXXI, 1902.

sviluppo della teoria di Bouguer applicabile per qualunque distanza zenitale, nella forma

$$F(z) = \sum_{i=0}^{i=r-1} \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n^{(i)} J_n^{(i)}, \tag{2}$$

dove le c_n sono coefficienti costanti e le J_n integrali ausiliarî dati rispettivamente da

$$c_n^{(i)} = (-1)^n \frac{c^{ir}}{1 \cdot 2 \ldots n \; l^{n+1}}$$

$$J_n^{(i)} = \int_0^{\alpha} \frac{h^n (a + ir + h)}{\sqrt{(a + ir + h)^2 - a^2 \sin^2 z}} \qquad \left(c = \frac{80}{r}\right)$$

Il calcolo delle c_n J_n veniva eseguito mediante formole ricorrenti e con un procedimento assai rapido di approssimazioni successive, che non occorre qui ricordare.

Questo secondo sviluppo è in effetto praticamente applicabile per qualunque distanza zenitale (90° escl.), ma ha l' inconveniente di essere un po' troppo laborioso. La nota attuale ha ora appunto lo scopo di accennare una terza forma di sviluppo, che al vantaggio di rimanere applicabile per qualunque distanza zenitale (90° incl.) unisce quello della massima rapidità. Questo si ottiene, riducendo con opportune trasformazioni il calcolo dell' integrale (1) a quello della nota funzione di Kramp, di tanto uso nella teoria della refrazione.

$$\Psi(T) = e^{T^2} \int_T^{\infty} e^{-t^2} \, dt.$$

per la quale vennero costruite notoriamente tavole numeriche da Kramp, da Bessel e da Radau. [1])

2. Nell' integrale (1) pongasi

$$h = x - X,$$

determinando il parametro X in modo che venga a scomparire il termine noto del trinomio di secondo grado sotto radice, cioè in modo che risulti,

$$X^2 - 2\,a\,X + a^2 \cos^2 z = 0.$$

Fra le due radici scegliamo quella fornita dall' espressione

$$X = a\,(1 - \sin z), \tag{3}$$

che si annulla per $z = 90^\circ$. Risulta

$$F(z) = \frac{e^{\frac{X}{l}}}{l} \int_X^\infty \frac{e^{-\frac{x}{l}}\,(a \sin z + x)\,dx}{\sqrt{2\,a \sin z\,x + x^2}}, \tag{4}$$

e integrando per parti

$$F(z) = -\frac{\sqrt{2\,a \sin z\,X + X^2}}{l} + \frac{e^{\frac{X}{l}}}{l^2} \int_X^\infty e^{-\frac{x}{l}} \sqrt{2\,a \sin z\,x + x^2}\,dx. \tag{4a}$$

L' integrale

$$F_1(z) = \frac{e^{\frac{X}{l}}}{l^2} \int_X^\infty e^{-\frac{x}{l}} \sqrt{2\,a \sin z\,x + x^2}\,dx,$$

[1]) V. R. RADAU. — *Tables de l' intégrale* $\Psi(Z) = e^{Z^2} \int_Z^\infty e^{-t^2}\,dt$. Annales de l' Observatoire de Paris. Mémoires. T. XVIII, pag. D. 1.

sviluppando il radicale in serie binomiale secondo le potenze di $\frac{x}{2\,a \sin z}$, diviene [1])

$$F_4(z) = \frac{e^{\frac{X}{l}}}{l^2} \sqrt{2\,a \sin z} \int_X^{\infty} \left[1 + \frac{1}{2} \frac{x}{2\,a \sin z} - \frac{1}{8} \left(\frac{x}{2\,a \sin z} \right)^2 + \ldots \right] e^{-\frac{x}{l}} x^{\frac{1}{2}} dx ,$$

e operando la sostituzione

$$x = l\,t^2 , \quad X = l\,T^2 , \tag{5}$$

si trasforma in

$$F_4(z) = 2\,e^{lT} \left\{ \left(\frac{l}{2\,a \sin z} \right)^{-\frac{1}{2}} \int_T^{\infty} e^{-t^2} t^2\, dt + \frac{1}{2} \left(\frac{l}{2\,a \sin z} \right)^{\frac{1}{2}} \int_T^{\infty} e^{-t^2} t^4\, dt - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{8} \left(\frac{l}{2\,a \sin z} \right)^{-\frac{3}{2}} \int_T^{\infty} e^{-t^2} t^6\, dt + \ldots \right\} .$$

Si ha poi con successive integrazioni per parti:

$$\int_T^{\infty} e^{-t^2} = - T\, e^{-T^2} + 2 \int_T^{\infty} e^{-t^2} t^2\, dt$$

$$\int_T^{\infty} e^{-t^2} t^2\, dt = - \frac{1}{3} T^3 e^{-T^2} + \frac{2}{3} \int_T^{\infty} e^{-t^2} t^4\, dt$$

$$\int_T^{\infty} e^{-t^2} t^4\, dt = - \frac{1}{5} T^5 e^{-T^2} + \frac{2}{5} \int_T^{\infty} e^{-t^2} t^6\, dt$$

. . . . . .

[1]) Lo sviluppo sarà convergente solo finchè $x \leq 2\,a \sin z$ ossia $h \leq 3\,a \sin z - a$, mentre invece l'intervallo d'integrazione si estenderebbe da $h = 0$ fino ad $h = \infty$. Qui vale però la considerazione che per distanze zenitali piuttosto grandi, alle quali appunto ci ri-

Posto quindi

$$\Psi(T) = e^{T^2} \int_T^\infty e^{-t^2}\, dt \quad \text{(funzione di Kramp)}$$

$$\left\{\begin{aligned} \Theta_1 &= T + \Psi(T) \\ \Theta_2 &= T^3 + \frac{3}{2}\,\Theta_1 \\ \Theta_3 &= T^5 + \frac{5}{2}\,\Theta_2 \\ &\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right. \tag{6}$$

risulta

$$F_1(z) = \left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{-\frac{1}{2}} \Theta_1 + \frac{1}{2}\left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{1}{2}} \Theta_2 - \frac{1}{8}\left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{3}{2}} \Theta_3 + \ldots$$

Tornando ora all' espressione $(4a)$ di $F(z)$, il primo termine di questa può scriversi in virtù della (5)

$$= \sqrt{\frac{2\,a \sin z\, X + X^2}{l}} = T\sqrt{\frac{2\,a \sin z}{l}}\left(1 + \frac{l}{2\,a \sin z}\, T^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{-\frac{1}{2}} T - \frac{1}{2}\left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{1}{2}} T^3$$

$$\frac{1}{8}\left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{3}{2}} T^5 - \ldots\ldots$$

---

feriamo, $3\,a \sin z - a$ e prossimamente $= 2\,a = 12800$ km. circa, e per questo valore di h il fattore $e^{-\frac{h}{l}}$ della funzione integranda ha un valore estremamente piccolo, onde il valore dell' integrale fra $h = 0$ e $h = 3a \sin z - a$ non differisce praticamente dal valore dell' integrale preso fra $h = 0$ e $h = \infty$. La condizione di convergenza non porta dunque altra limitazione alla applicabilità della integrazione per serie, che di considerare distanze zenitali sufficientemente grandi $(\geq 70^0)$, ma questa è una limitazione facilmente concedibile, visto che per distanze zenitali sufficientemente piccole $(\leq 70^0)$ riesce convergentissimo lo sviluppo di Bouguer rettificato nella forma $(1a)$.

Sommando questo sviluppo col precedente di $F_1(z)$, si ottiene come sviluppo definitivo di $F(z)$

$$F(z) = \left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{1}{2}} \Psi(T) + \frac{3}{4}\left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{1}{2}} \Theta_1 \qquad (7)$$

$$- \frac{5}{16}\left(\frac{l}{2\,a \sin z}\right)^{\frac{3}{2}} \Theta_2 + \ldots\ldots$$

dove l'argomento ausiliario T è dato da

$$T = \sqrt{\frac{2\,a}{l}} \sin \frac{1}{2}(90^0 - z)$$

e le Θ_1, Θ_2,..... hanno le espressioni (6), mentre la funzione di Kramp $\Psi(T)$ si intende presa da una delle note tavole, ad es. (come nei calcoli che seguono) dalla estesa tavola di Radau già citata a pag. 4.

Questo sviluppo di $F(z)$ riesce, come si è detto, convergentissimo per distanze zenitali assai grandi, e infatti oltre $z = 84^0$ bastano *due soli termini* a fornire il valore di $F(z)$ esatto fino alla 4ª decimale, mentre collo sviluppo (1*a*) anche nella forma corretta da me indicata occorsero per $z = 85^0$ non meno di 30 termini per ottenere solamente la terza cifra [1]. Riproduciamo qui sotto i singoli termini degli sviluppi corrispondenti a $z = 80^0$, 81^0,..... 89^0, pei valori

$$\log l_0 = 0{,}9027583 \qquad \log a = 3{,}8046410$$

delle costanti l ed a.

z	80^0	81^0	82^0	83^0	84^0	85^0	86^0	87^0	88^0	89^0
I	5, 1827	6, 0508	6, 7520	7, 5992	8, 6866	10, 1011	12, 0149	11, 6962	18, 6521	24, 8631
II	685	621	558	496	435	375	319	266	219	182
III	−2	−2	1	−1	−1					
$F(z)$	5, 5510	6, 1127	6, 7977	7, 6487	8, 7300	10, 1416	12, 0468	11, 7228	18, 6710	24, 8813

[1]) v. *Sulla teoria d'estinzione di Bouguer*. Mem. della Soc. degli Spettroscopisti Ital. Vol. XXX, 1901. Pag. 235.

Nella prima delle note citate [1]) avevamo ottenuto mediante la formola (1*a*) e in parte coll'aiuto delle quadrature numeriche i valori

z	80^0	81^0	82^0	83^0	84^0
$F(z)$	5,551	6,113	6,798	7,649	8,730

in accordo perfetto coi valori dati dalla nuova formola.

Nella seconda delle note citate avevamo ottenuto mediante la formola (2) i valori [2])

z	85^0	86^0	87^0	88^0	
$F(z)$	10,1422	12,0474	14,7237	18,6763 .	(8)

che differiscono al massimo di due unità della terza decimale dai valori forniti dalla nuova formola. Ma anche questa piccola differenza non dipende menomamente da scarsa approssimazione dell' uno o dell' altro calcolo, bensì dalla diversità delle costanti assunte nei due casi. Infatti nei calcoli delle due note citate venne adoperato il valore $\log l_0 = 0{,}9025196$ in luogo del valore più esatto $\log l_0 = 0{,}9027583$, che qui venne assunto. Col primo valore di $\log l_0$ anche il nuovo sviluppo (7) di $F(z)$ fornirebbe esattamente gli stessi valori (8), che fornisce lo sviluppo (2). Ad es. per $z = 88^0$ risulterebbe

I	18,6544
II	219
$F(88^0)$	18,6763

e la perfetta coincidenza dei valori ottenuti per vie tanto diverse dimostra l' esattezza di ambedue i procedimenti. Certo il

[1]) ibidem Tab. I, pag.

[2]) Nella nota in discorso (*Sopra un nuovo sviluppo*. . . . Memorie XXXI, pag. 113) vien dato il valore $F(88^0) = 18{,}6773$ in luogo di 18,6763, come effettivamente deve essere, e come subito risulta ripetendo la somma dei termini corrispondenti ad $\int_0^5$ per $z = 88^0$ (pag. 142), la quale deve leggersi 10,840829 in luogo di 10,841829.

nuovo sviluppo tanto più rapido rende ormai inutile per il seguito lo sviluppo (2), ma a noi premeva far rilevare, come la maggior lunghezza di questo non noccia affatto all'esattezza dei risultati.

3. Per $z = 90^0$, ossia per la estinzione orizzontale, risulta $T = 0$, ed è notoriamente

$$\Psi(0) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \; .$$

e quindi

$$\theta_1 = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \; , \; \theta_2 = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}} \; , \; \theta_3 = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}} \; \ldots$$

e infine

$$F(90^0) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left\{ \left(\frac{l}{2a}\right)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3}{4}\left(\frac{l}{2a}\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{15}{32}\left(\frac{l}{2a}\right)^{\frac{3}{2}} - \ldots \right\}$$

Coi valori accennati sopra delle costanti l ed a risulta quindi

$$F(90^0) = 35{,}416 \qquad (9a)$$

Bouguer ottiene invece per la estinzione orizzontale la espressione [1])

$$F(90^0) = \frac{1}{l}\left\{ (2\,a\,l)^{\frac{1}{2}} - \frac{a\,l - 3\,l^2}{6\,(2\,a\,l)^{\frac{1}{2}}} - \frac{7\,a^2\,l^2 - 18\,a\,l^3 + 15\,l^4}{120\,(2\,a\,l)^{\frac{3}{2}}} + \ldots\ldots \right\}$$

Quest'ultimo sviluppo, oltrechè più complicato, è inesatto per il solito vizio d'origine degli sviluppi di Bouguer di aver ricorso alla variabile $u = 1 - e^{-\frac{h}{l}}$, con che si vengono a trascurare termini, che non sono affatto trascurabili [2]). E invero

[1]) V. G. Müller, *Die Photometrie der Gestirne*, pag. 120 (1897).

[2]) V. Nota citata *Sulla teoria d'estinzione di Bouguer*.

questo sviluppo fornisce per F (90°) il valore

$$F\,(90^0) = 36{,}678$$

con una differenza di più che un'atmosfera dal valore esatto (9*a*).

4. Il procedimento d'integrazione da noi accennato per l'integrale della estinzione propriamente detto, fra i limiti $h=0$ e $h=\infty$, vale a dire esteso dal luogo d'osservazione fino al limite dell'atmosfera, può applicarsi convenientemente anche quando si prenda come limite superiore un determinato valore $H \neq \infty$, cioè quando accada di dover determinare l'assorbimento di uno strato parziale dell'atmosfera. Una tale questione si presenta in varie interessanti ricerche sperimentali, come nelle osservazioni astrofotometriche eseguite simultaneamente in due stazioni a rilevante dislivello (Langley, Müller-Kempf) ovvero nelle osservazioni fotometriche di nevai alpini (Oddone) e simili. Le tavole da me date in un precedente lavoro [1]) per il calcolo di

$$F(z, H) = \frac{1}{l}\int_0^H \frac{e^{-\frac{h}{l}}\,dh}{\sqrt{a^2\cos^2 z + 2\,a\,h + h^2}}$$

risolvono la questione solo per il caso di altezze non superiori a 5000^m e di distanze zenitali non eccedenti 89°. L'estendere le tavole fino a 90° sarebbe stato eccessivamente laborioso (almeno colla forma di tavole da me adottata) in causa del forte andamento, che assumono i valori di $F(z)$ fra 89° e 90°.

Considerando ora, che non è affatto raro di osservare astri nell'immediata prossimità dell'orizzonte, e anche qualche grado al disotto di questo per stazioni molto elevate [2]), non parrà su-

---

[1]) *L'assorbimento selettivo dell'atmosfera terrestre sulla luce degli astri.* Memorie della R. Accademia dei Lincei. Serie 5ª, vol. V.

[2]) Per l'Osservatorio Etneo ad es. la depressione dell'orizzonte fisico ammonta a circa 1°30′.

perfino accennare qui, come possa agevolmente calcolarsi, caso per caso, il valore di $F(z, H)$ per valori qualisivogliano di z e di H.

Avremo anzitutto

$$F(z, H) = F(z) - \frac{1}{l}\int_{H}^{\infty} \frac{e^{-\frac{h}{l}}(a+h)\,dh}{\sqrt{a^2\cos^2 z + 2ah + h^2}}$$

e introducendo ancora la variabile x definita dalla (3) e ponendo

$$X_1 = a(1 - \sin z) + H$$

avremo altresì

$$F(z, H) = F(z) - e^{-\frac{H}{l}} e^{\frac{X_1}{l}} \int_{X_1}^{\infty} \frac{e^{-x}\, a(\sin z + x)\,dx}{\sqrt{2a\sin z\, x + x^2}}.$$

Ora l' integrale del secondo membro non differisce da quello della formola (4) se non per avere X_1 in luogo di X. Sono quindi applicabili tutti gli sviluppi seguenti col semplice cambiamento di T in

$$T_1 = \frac{\sqrt{a(1 - \sin z) + H}}{l}.$$

Si ottiene così in definitiva, ricordando lo sviluppo (7) di $F(z)$,

$$\begin{aligned} F(z, H) = & \left(\frac{l}{2a\sin z}\right)^{\frac{1}{2}} \left[\Psi(T) - e^{-\frac{H}{l}}\Psi(T_1)\right] \\ (10) \qquad & + \frac{3}{4}\left(\frac{l}{2a\sin z}\right)^{\frac{1}{2}} \left[\Theta_1(T) - e^{-\frac{H}{l}}\Theta_1(T_1)\right] \\ & - \frac{5}{16}\left(\frac{l}{2a\sin z}\right)^{\frac{3}{2}} \left[\Theta_2(T) - e^{-\frac{H}{l}}\Theta_2(T_1)\right] + \ldots\ldots \end{aligned}$$

In pratica, visto che fino ad 89^0 si possono usare le tavole citate sopra, e che da 89^0 in là i termini di 2° ordine sono piccolissimi, si potranno trascurare i termini in θ_1, θ_2, ... e si ha così una espressione di $F(z, H)$ notevolmente semplice e perfettamente atta al calcolo numerico fino a $z = 90^0$. Come esempio ho calcolato i valori di $F(z, H)$ per $H = 3000$ e $z = 86^0, 87^0, \ldots 90^0$. I primi quattro valori si accordano sufficientemente con quelli da me calcolati secondo una teoria più rigorosa nel lavoro già citato.

z	$F(z, 3000^m)$	
	form. (10)	form. rigor.
86^0	4, 669	4, 447
87	6, 007	5, 779
88	8, 292	8, 136
89	12, 743	12, 995
90	31, 258	—

5. Accenniamo ora brevemente, come gli sviluppi considerati di $F(z)$ e di $F(z, H)$ possano estendersi con tutta facilità anche al caso di distanze zenitali superiori a 90^0. In tal caso, essendo il raggio luminoso volto verso il basso, rispetto al luogo d' osservazione, la variabile d'integrazione h (altezza sul livello del luogo d'osservazione O) non varierà più da 0 ad ∞ per valori positivi, come vien supposto nella formola fondamentale (1), ma assumerà invece dapprimo valori negativi fino ad un minimo $-H$ (altezza del punto P dove il raggio corre orizontalmente, data, come subito si vede, da

$$H = a\,(1 - \sin z) = 2\,a \sin^2 \frac{\zeta}{2}\,, \tag{11}$$

se ζ indica la depressione (della visuale rispetto all' orizzonte) per poi risalire da $-H$ a 0 e quindi da 0 ad ∞. Scindendo

corrispondentemente l' integrale $F(z) = F(90^0 + \zeta)$ in tre parti sarà, come subito dimostra una semplice considerazione geometrica,

$$F(90^0 + \zeta) = \int_0^{-H} dF + \int_{-H}^{0} dF + F(90^0 - \zeta) \tag{12}$$

$$= 2 \int_0^{-H} dF + F(90^0 - \zeta). \tag{13}$$

Tutto si riduce quindi al calcolo di $\int_0^{-H} dF$; ma questo non è altro evidentemente (secondo la notazione da noi introdotta nel precedente §) che $F(90^0, H)$ relativo ad un punto situato all' altezza $-H$ rispetto al luogo d' osservazione, cosicchè il problema si riduce senz' altro ad un caso particolare di quello trattato nel caso precedente, colla sola avvertenza, che non essendo i punti O e P allo stesso livello, converrà moltiplicare la $F(90^0, H)$ per la misura della densità dell' aria in P rispetto a quella in O presa come unità, affine di ridurre i due termini del secondo membro della (13) ad una medesima unità di massa.

E poichè la misura in discorso è data da $e^{\frac{H}{l}}$, così avremo infine ricordando le (9) (10),

$$F(90^0 + \zeta) = \left[\sqrt{\frac{2a}{l}} \left[\sqrt{\pi}\, e^{\frac{H}{l}} - 2\, \Psi\left(\sqrt{\frac{H}{l}}\right) \right] \right] F(90^0 - \zeta) \tag{14}$$

dove s' intende che H abbia l' espressione (11).

Un' altra forma di calcolo per $F(90^0 + \zeta)$ può aversi osservando che i due ultimi termini della (12) presi insieme costituiscono l' integrale della estinzione orizzontale per il punto P non differente dall' integrale da noi calcolato nel § 3 che per

un fattore corrispondente alla misura della densità dell' aria in P rispetto a quella in O assunta come unità. Deve esser quindi ancora

$$F(90^0 + z) = \sqrt{\frac{2a}{l}}\left[\sqrt{\frac{z}{2}}\, e^{\frac{H}{l}} - \Psi\left(\sqrt{\frac{H}{l}}\right)\right] + e^{\frac{H}{l}} F(90^0) \qquad (15)$$

formola notevolmente diversa dalla (14), e che può servire a controllarla. Così ad es. per $z = 91^0$, 92^0 si trova

$z = 90^0 + \zeta$	$H = 2 \sin^2 \frac{\zeta}{2}$	$\log e^{\frac{H}{l}}$	$\log \Psi\left(\sqrt{\frac{H}{l}}\right)$	$F(90^0 + \zeta)$ form. (14)	$F(90^0 + \zeta)$ form. (15)
91^0	0^{km}, 9735	0, 05289	9, 79398	55, 137	55, 132
92	3, 8939	0, 21155	9, 66914	96, 614	96, 615

Le lievi divergenze che risultano fra i valori calcolati nei due modi, divergenze del tutto trascurabili in pratica, sono imputabili all' omissione dei termini d' ordine superiore.

Formole affatto analoghe alle (14) e (15) valgono per le funzioni $F(z, H')$ (integrali della estinzione corrispondenti a strati atmosferici limitati ad una altezza H' al disopra del luogo di osservazione) e si deducono anzi senz' altro dalle (14), (15) col semplice cambiamento dei simboli $F(z)$ in $F(z, H')$.

N. B. Quando questa nota era già composta venne a mia cognizione, che il Chiar.mo Dott. Cerulli, con un procedimento assai diverso, fondato sopra una elegante considerazione geometrica, giungeva a formole del tutto analoghe a quelle qui date.

Lieto della conferma ricevuta per parte del chiaro Astronomo, che mi onora della sua amicizia, aggiungo, che la sua nota comparirà fra breve nelle Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani. Vol. XXXVI.

Memoria V.

Sulla identità proiettiva di due curve algebriche

Memoria del D.r GIUSEPPE MARLETTA

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DEI SOCI EFFETTIVI
PROFF. G. PENNACCHIETTI E M. PIERI (*relatore*).

Da pochi fatti spettanti alla Geometria sull'ente algebrico, l'A. desume una condizione (sufficiente) affinchè una corrispondenza birazionale fra due curve del medesimo ordine provenga da un'omografia dei loro spazi d'immersione: e la illustra con molti esempi; deducendone varie eleganti proposizioni — parte già note (quantunque per vie men brevi) e parte non ancora osservate. Uno di questi risultati ne accerta, che fra due curve piane del medesimo ordine prive di punti multipli non può intercedere alcuna corrispondenza birazionale *non lineare*: teorema che l'A. generalizza poi dimostrando che il simile accade fra due ipersuperficie algebriche dell' S_r di ordine $n > r+1$, con un numero finito di punti multipli secondo $i < r$. L'ultimo § risolve il problema di assegnare — sotto forma notevolmente semplice — una condizione necessaria e sufficiente acciocchè due curve algebriche dell' S_r siano infinite volte projettive fra loro.

La Commissione — riscontrando nelle quistioni trattate dall'A. e nei risultati da Lui conseguiti pregi bastanti d'interesse, di novità e metodo — propone che questo lavoro sia inserito negli Atti accademici.

Il primo capitolo di questa nota ha lo scopo di assegnare alcuni teoremi, che possono essere utili per decidere se due date curve algebriche (distinte o sovrapposte) sono riferibili proiettivamente fra loro (*).

Alcuni di questi teoremi sono già noti; e di essi si troveranno qui nuove dimostrazioni di notevole semplicità e naturalezza. Altri, invece, sono nuovi, e non mi sembrano privi d'interesse.

Il secondo capitolo è dedicato alla ricerca delle condizioni necessarie e sufficienti, affinchè due curve algebriche (distinte o no), siano trasformate l'una nell'altra da infinite omografie.

I.

1. Siano C e C' due curve algebriche d'ordine n, di genere p, e immerse rispettivamente negli spazi $[r]$ e $[r]'$ da r dimensioni.

Supponiamo che fra i punti delle due curve, si possa stabilire una corrispondenza biunivoca ω. Questa trasformerà la serie g_n^r secata su C dagl'iperpiani dello spazio $[r]$, in una certa serie γ_n^r di C'. Se γ_n^r coincide con la $g_n'^r$ secata su C' dagl'iperpiani di $[r]'$, allora ω individua fra gli spazi $[r]$ e $[r]'$ una collineazione trasformante C in C'.

Ciò avverrà certamente, se ω trasforma s gruppi iperplanari

(*) Per le curve razionali vedi MARLETTA « *Contributo alla teoria delle curve razionali* ». [Rend. del Circolo Matem. di Palermo, tomo XXI, 1906].

linearmente indipendenti di C in altrettanti e siffatti gruppi di C', essendo s il numero dei gruppi linearmente indipendenti, atti ad individuare una g_n^r sopra una curva di genere p; ovvero se i numeri n, r, p sono tali, che sopra una curva di genere p, esista una sola serie lineare d'ordine n e dimensione r.

Osserviamo che i soli valori possibili di s sono $s = 1$ e $s = r + 1$.

Sarà $s = 1$ se sulla curva di genere p esiste più d'una g_n^r, e inoltre è r la massima dimensione che può avere una g_n; sarà $s = r + 1$ negli altri casi. Allorchè sulla curva di genere p esiste una sola g_n^r, diremo che questa è individuata da $s = 0$ dei suoi gruppi.

2. Da ciò segue senz' altro il teorema:

« *Date due curve* C *e* C′ *d'ordine* n, *genere* p, *e immerse negli spazi* [r] *e* [r]′; *se* s *è il numero dei gruppi linearmente indipendenti atti ad individuare una* g_n^r *sopra una curva di genere* p, *allora qualunque corrispondenza biunivoca fra i punti delle due curve, la quale trasformi* s *gruppi iperplanari linearmente indipendenti di* C, *in altrettanti e siffatti gruppi di* C′, *individua fra gli spazi* [r] *e* [r]′ *una collineazione trasformante* C *in* C′ ».

Nei paragrafi seguenti illustreremo questo teorema.

3. Sopra una curva di genere p, si abbia una serie lineare g_n^r, essendo $n > 2p - 2$. Allora è noto (*) che si ha $r \leq n - p$; cioè che $n - p$ è la massima dimensione, che può avere su quella curva una serie lineare d'ordine n.

Dunque, per il teorema del § precedente, possiamo concludere che:

« *date due curve* C *e* C′ *d'ordine* n, *genere* p, *con* n > 2 p — 2, *immerse negli spazi* [n — p] *e* [n — p]′, *se esiste fra i loro punti*

(*) CLIFFORD « *On the Classification of Loci* ». [Phil. Trans. 1878].

SEGRE « *Recherches générales sur les courbes et les surfaces réglées algebriques* ». [Math. Ann., Bd. XXX].

CASTELNUOVO « *Sui multipli di una serie lineare di gruppi di punti appartenente ad una curva algebrica* ». [Rend. del Circolo Matem. di Palermo, tomo VII, 1893].

una corrispondenza biunivoca trasformante un gruppo iperplanare di C *in uno siffatto di* C', *allora questa corrispondenza individua fra gli spazi* [n — p] *e* [n — p]' *una collineazione, la quale trasforma* C *in* C' (*).

In particolare dunque sono proiettivamente identiche due curve ellittiche d'ordine n dello spazio ad n—1 dimensioni, se fra i loro punti intercede una corrispondenza biunivoca tale che ad un punto d' iperosculazione dell'una, corrisponda un punto siffatto nell'altra (**).

4. Sia C una curva d'ordine n, di genere p, immersa nello spazio $[r]$, con $r < n - p$ e $n > 2p - 2$. La C si può sempre riferire biunivocamente (***) ad una curva D_1 d'ordine $n + p$ di genere p e immersa in un $[n]$. Essendo $n - p$ la massima dimensione di una g_n di D_1, ogni g_n^{n-p} di questa curva è individuata da uno qualunque dei suoi gruppi. Onde una g_n^{n-p} qualunque di D_1 si ottiene secando la curva con gl' iperpiani passanti per il $[p-1]$ individuato dai p punti della curva, che stanno in uno stesso iperpiano cogli n punti di un gruppo qualunque di g_n^{n-p}. La g_n^r di D_1, che corrisponde alla serie secata su C dagl' iperpiani di $[r]$, e la g_n^{n-p} individuata da uno qualunque dei gruppi di g_n^r, devono essere contenute in una stessa g_n, che sarà evidentemente quella g_n^{n-p}.

Onde la g_n^r in quistione è secata dagl' iperpiani passanti per

(*) Segre « l. c. ».

Per $p = 1$ vedi anche Castelnuovo « *Geometria sulle curve ellittiche* ». [Atti della R. Acc. di Torino, vol. XXIV, 1888].

Le g_n^{n-p} di una curva di genere p, sono ∞^p. Vedi p. es. Brill e Nöther « *Ueber die algebraischen Functionen* » [Math. Ann. Bd. VII]. Dunque sono in numero finito solamente, se la data curva è razionale. In tal caso è evidente che si ha una sola g_n^n, e quindi (§ 1) ritroviamo il noto teorema, che qualunque corrispondenza biunivoca fra i punti di due curve razionali normali, individua una collineazione fra gli spazi delle due curve, trasformante l'una curva nell'altra.

(**) Segre « *Le corrispondenze univoche sulle curve ellittiche* ». [Atti della R. Acc. di Torino, 1889].

(***) Castelnuovo « *Ricerche di geometria sulle curve algebriche* ». [Atti della R. Acc. di Torino, 1889].

un certo $[n-r-1]$ avente p punti in comune con D_1. Proiettando la curva D_1 da quest' $[n-r-1]$ in un $[r]$, si ottiene una curva C_1 d'ordine n, proiettivamente identica a C. Dunque C si può considerare come proiezione di una certa curva D d'ordine $n+p$ di un $[n]$, fatta da uno spazio Σ da $n-r-1$ dimensioni, avente p punti in comune con D. Conduciamo ora per lo spazio $[r]$ di C un $[n-p]$, che appartenga allo spazio $[n]$ di D. Proiettando D in quest' $[n-p]$ dallo spazio $[p-1]$ individuato dai p punti comuni a D e a Σ, si ottiene una curva F d'ordine n. È chiaro che C si può considerare come una proiezione di F, fatta dall' $[n-r-p-1]$ traccia di Σ in $[n-p]$. Dunque:

« *Ogni curva d' ordine* n *e genere* p, *dello spazio* [r], *con* $r < n-p$, *e* $n > 2p-2$, *è sempre proiezione di una curva d'ordine* n *dello spazio* [n − p] ». (*)

5. Siano date due curve C e C' d'ordine n, di genere p, immerse rispettivamente negli spazi da r dimensioni $[r]$ e $[r]'$, con $r < n-p$ e $n > 2p-2$. Siano D e D' le curve d'ordine n degli spazi $[n-p]$ e $[n-p]'$, delle quali C e C' sono rispettivamente proiezioni da certi due spazi Σ e Σ' ad $n-r-p-1$ dimensioni (§ 4). Fra i punti delle due curve C e C' intercedа una corrispondenza biunivoca ω, trasformante un gruppo iperplanare di C in uno siffatto di C', e inoltre s_i+1 punti ($i=1, 2..., h$) di C posti in un $[s_i+r-n+p]$, in s_i+1 punti siffatti di C', essendo $s_i > n-r-p-1$; e inoltre gli h spazi $[s_i+r-n+p]$, non abbiano alcun punto comune nell' $[r-1]$ in cui giace l'anzidetto gruppo iperplanare di C. È chiaro che due punti omologhi in ω, sono proiezioni di due punti uno di D e uno di D', omologhi in una corrispondenza biunivoca ω_1, la quale trasformando un gruppo iperplanare di D in uno siffatto di D', individua fra gli spazi $[n-p]$ e $[n-p]'$ una collineazione trasformante D in D' (§ 3). Inoltre, per le altre condizioni alle quali soddi-

(*) VERONESE « *Behandlung der projectivischen Verhaltnisse.....* ». [Math. Ann. Bd. XIX].

sfa ω, sono omologhi nella detta collineazione gli spazi Σ e Σ'. Concludendo:

« *Date due curve* C *e* C′ *d'ordine* n *e genere* p, *immerse negli spazi da* r *dimensioni* [r] *e* [r]′, *essendo* $r < n - p$, *ed* $n > 2p - 2$; *se esiste fra i loro punti una corrispondenza biunivoca trasformante un gruppo iperplanare di* C *in uno siffatto di* C′ *ed* $s_i + 1$ *punti* ($i = 1, 2, .., h$) *di* C *posti in un* $[s_i + r - n + p]$, *in* $s_i + 1$ *punti siffatti di* C′, *essendo* $s_i > n - r - p - 1$; *e se inoltre gli* h *spazi* $[s_i + r - n + p]$ *non hanno alcun punto a comune nell'* $[r - 1]$ *cui appartiene il gruppo iperplanare anzidetto di* C, *allora quella corrispondenza individua fra gli spazi* [r] *ed* [r]′ *una collineazione che trasforma* C *in* C′ ».

Facciamo qualche caso particolare.

a) Si ponga: $n = 5$, $p = 1$, $r = 3$, $h = 1$, $s_1 = 1$. Il teorema ora dimostrato ci dice, che date due quintiche gobbe ellittiche C e C', se fra i loro punti si può stabilire una corrispondenza biunivoca trasformante un gruppo piano di C in uno siffatto di C', e i due rami (distinti o coincidenti) di un punto doppio di C, in quelli di un punto doppio di C', allora la detta corrispondenza biunivoca individua fra gli spazi delle due curve una collineazione, la quale trasforma C in C'. Si noti però, che il punto doppio di C (di C'), non deve appartenere al piano del gruppo di C (di C') anzidetto.

b) Si ponga: $n = 5$, $p = 1$, $r = 3$, $h = 2$, $s_1 = 3$, $s_2 = 2$. Il teorema ci dice, che date due quintiche gobbe ellittiche C e C', se fra i loro punti si può stabilire una corrispondenza biunivoca trasformante un gruppo piano G di C, in uno siffatto G' di C', quattro punti complanari di C in quattro punti complanari di C', e tre punti allineati di C in tre punti allineati di C', allora la detta corrispondenza individua fra gli spazi delle due curve una collineazione, la quale trasforma C in C'. Per altro la retta dei tre punti di C (di C') e il piano dei quattro punti suddetti della medesima curva, non devono avere in comune alcun punto del piano di G (di G').

c) Si ponga: $n=5$, $p=1$, $r=3$, $h=2$, $s_1=2$ $s_2=2$. Il teorema ci dice che date due quintiche gobbe ellittiche C e C', se fra i loro punti si può stabilire una corrispondenza biunivoca trasformante un gruppo piano G di C, in uno siffatto G' di C', e due trisecanti di C in due trisecanti di C', allora la detta corrispondenza biunivoca individua fra gli spazi delle due curve una collineazione trasformante C in C'. Si noti però, che le due trisecanti di C (di C') non devono avere alcun punto del piano di G (di G') in comune.

6. È noto che la massima dimensione che può avere una g_{2p-2} sopra una curva di genere p, è $p-1$; e che anzi sopra la curva esiste una sola g_{2p-2}^{p-1}, che è precisamente la serie canonica. Ne segue (§ 2) che

« *date due curve* C *e* C′ *d'ordine* 2p—2, *di genere* p, *e immerse in due spazi* [p—*1*] *e* [p—*1*]′ *da* p—*1 dimensioni, qualunque corrispondenza biunivoca passi fra i loro punti, individua una collineazione fra gli spazi* [p—*1*] *e* [p—*1*]′, *trasformante* C *in* C′ ». (*)

Per es., se due sestiche gobbe C e C' di genere $p=4$ si corrispondono biunivocamente, esse saranno proiettivamente identiche.

7. Siano C e C' due curve piane d'ordine $n>3$ ciascuna priva di punti multipli. Le curve F d'ordine $n-3$ del piano [2] di C, secano su questa una $g_{n(n-3)}^{\frac{1}{2}n(n-3)}$, che è la serie canonica di C.

Se fra i punti di C e di C' esiste una corrispondenza biunivoca ω, questa trasformerà la serie canonica di C in quella di C', cioè farà corrispondere ad ogni gruppo di $n(n-3)$ punti di C appartenenti ad una curva F, un gruppo di altrettanti punti di C', giacenti sopra una curva F' d'ordine $n-3$. Ora vogliamo dimostrare che ad n punti allineati di C corrispondono, in virtù di ω, n punti allineati di C'; cioè che ω individua fra i piani delle due curve una collineazione trasformante C in C'.

A tal fine supporremo che, per un certo valore di $s \leq n-3$

(*) SEGRE « *Recherches* . . . . » l. c.

gli ns punti di C appartenenti ad una curva qualsivoglia E_s d'ordine s, abbiano sempre i loro corrispondenti in C' sopra una curva E'_s; e dimostreremo che allora, se $n(s-1)$ punti di C appartengono ad una curva E_{s-1} d'ordine $s-1$, anche i loro corrispondenti apparterranno necessariamente ad una E'_{s-1}. E infatti il gruppo degli $n(s-1)$ punti comuni a C e ad E_{s-1} appartengono ad ∞^2 curve E_s, ciascuna composta della E_{s-1} fissa e di una retta; onde per gli $n(s-1)$ punti corrispondenti di C' passeranno ancora ∞^2 curve E'_s. Ma due E'_s non possono avere più di s^2 punti comuni; dunque se è $n(s-1) > s^2$, le ∞^2 E'_s dovranno avere una parte fissa comune contenente gli $n(s-1)$ punti. Ne segue che questa parte fissa è necessariamente una E'_{s-1}: atteso che una curva E'_{s-2}, p. es., non può secare in $n(s-1) > n(s-2)$ punti la curva irriducibile C'. Resta solo da far vedere, che per $1 < s \leq n-3$ è sempre $n(s-1) > s^2$: e invero da $n \geq s+3$ ed $s > 1$ si deduce $n(s-1) > s^2 + 2s - 3 > s^2$.

Concludiamo che:

« *Se fra i punti di due curve piane dello stesso ordine* $n > 3$, *ciascuna priva di punti multipli, si può stabilire una corrispondenza biunivoca, questa individua fra i loro piani una collineazione, la quale trasforma l'una curva nell'altra* ».

8. « *Se fra i punti di due ipersuperficie o forme algebriche* C *e* C' *dello stesso ordine* n *degli spazi* $[r]$ *e* $[r]'$, *prive di punti multipli, con* $n > r+1$, *si può stabilire una corrispondenza birazionale, questa individua fra gli spazi* $[r]$ *e* $[r]'$ *una collineazione trasformante* C *in* C' » (*)

(*) È noto che il *sistema canonico* della superficie C d'ordine n di uno spazio ordinario $[3]$, priva di punti multipli, è secato, per $n > 4$, dalle superficie d'ordine $n-4$. Analogamente il *sistema canonico* della forma C d'ordine n di un $[r]$, priva di punti multipli, è secato, per $n > r+1$, dalle forme d'ordine $n-r-1$. L'assenza di punti multipli non è necessaria: le forme potrebbero avere, p. es., un numero finito di punti multipli ordinari di multiplicità $i \leq r-1$: visto che le forme d'ordine $n-r-1$ secanti il sistema canonico di C, devono contener questi punti in qualità di punti $(i-r+1)$ *pli*. Una proposizione analoga per due superficie d'ordine $n \geq 4$ non contenenti altre curve che intersezioni complete trovasi già dimostrata nelle « *Ricerche di Geometria sulle superficie algebriche* » del prof. F. Enriques [Mem. dell' Acc. delle Scienze di Torino, v. XLIV$_2$, Capit. III].

Questo teorema si dimostra in modo perfettamente analogo a quello del § precedente; sapendosi che i due sistemi lineari (canonici) segati su C e su C' dalle forme (aggiunte) d'ordine $n-r-1$ debbono essere omologhi nella data corrispondenza biunivoca. Però, mentre nella dimostrazione precedente ad $n(s-1)$ punti di C corrispondevano necessariamente $n(s-1)$ punti di C', per il teorema del presente § occorre stabilire, che alla varietà da $r-2$ dimensioni $C E_{s-1}$, che è d'ordine $n(s-1)$, corrisponde su C' una varietà pur essa d'ordine uguale ad $n(s-1)$. E infatti $r-2$ forme generiche E_s d'ordine s di $[r]$, si tagliano in una superficie Γ d'ordine s^{r-2}, la quale seca C in una curva γ d'ordine ns^{r-2}. A γ corrisponderà in C' una curva γ' anch'essa d'ordine ns^{r-2}, giacchè ad una forma E_s corrisponde una E'_s. La varietà $C E_{s-1}$ ha $(s-1)ns^{r-2}$ punti in comune con γ, onde anche γ', avrà $(s-1)ns^{r-2}$ punti comuni con la varietà di C' corrispondente alla $C E_{s-1}$. Ne segue che questa varietà di C' è incontrata in $(s-1)ns^{r-2}$ punti dalla superficie Γ' (d'ordine s^{r-2}), e quindi essa è d'ordine $n(s-1)$. c. v. d.

In modo analogo al teorema del § precedente, si proverebbe il seguente:

« *Se fra i punti di due curve piane d'ordine* $n > 4$, *ciascuna dotata di un solo punto doppio, si può stabilire una corrispondenza biunivoca, questa individua fra i due piani una collineazione trasformante l'una curva nell'altra* ».

9. Sia data una curva d'ordine n, genere p con $n < 2p-2$, e immersa nello spazio $[r]$. Nella presente ipotesi, anzi che cercare in generale qual'è la massima dimensione che può avere sulla curva una g_n, la qual cosa del resto è facile a farsi (*) ogni qual volta si conoscano i valori di n e di p, ci limiteremo a registrare nella seguente tavola i casi più semplici; osservando che anche alla presente ipotesi di $n < 2p-2$, può applicarsi il teorema del § 2.

(*) CASTELNUOVO « *Sui multipli* .... » l. c.

$n \equiv$ ordine della ser.	$p \equiv$ gen. della curva	$r \equiv$ massima dimens. di una g_n.
$n = 2p - 3$	p	$r = p - 2$
$n = 2p - 4$	p	$r = p - 3$
$n = 2p - 5$	p	$r = p - 3$
$n = 2p - 6$	p	$r = p - 4$
$n = 2p - 7$	p	$r = p - 5$ (Per $p = 6$ è invece $r = p - 4 = 2$).
$n = 2p - 8$	p	$r = p - 5$
$n = 2p - 9$	p	$r = p - 6$
$n = 2p - 10$	p	$r = p - 7$ (Per $p = 8$, è invece $r = p - 6 = 2$ » $p = 9$, » » $r = p - 6 = 3$)
$n = 2p - 11$	p	$r = p - 7$
$n = 2p - 12$	p	$r = p - 8$. (Per $p = 9$, è invece $r = p - 7 = 2$).

Esempi. Indicando con $C^n_{r,p}$ una curva d'ordine n e genere p dello spazio $[r]$, si ha:

Sono	proiettivamente	identiche	due	curve	$C^7_{3,5}$	se fra i loro punti può stabilirsi una corrispondenza biunivoca, trasformante un gruppo iperpiano dell'una, in un gruppo iperpiano dell'altro.
»	»	»	»	»	$C^8_{3,6}$	
»	»	»	»	»	$C^6_{2,5}$	
»	»	»	»	»	$C^7_{3,6}$	
»	»	»	»	»	$C^6_{2,6}$	
»	»	»	»	»	$C^8_{3,7}$	
»	»	»	»	»	$C^6_{2,7}$	
»	»	»	»	»	$C^8_{3,8}$	
»	»	»	»	»	$C^7_{2,8}$	
»	»	»	»	»	$C^9_{3,9}$	
»	»	»	»	»	$C^7_{2,9}$	
»	»	»	»	»	$C^9_{3,10}$	
»	»	»	»	»	$C^{10}_{3,11}$	

10. Ecco un altro teorema (§ 2) semplicissimo:

« *Date due curve* C *e* C′ *d'ordine* n, *genere* p, *immerse negli spazi da* r *dimensioni* [r] *ed* [r]′, *qualunque siano del resto i valori di* n, *di* p *e di* r; *se esiste fra i punti delle due curve una cor-*

rispondenza biunivoca trasformante r + 1 *gruppi iperpiani linearmente indipendenti di* C *in altrettanti gruppi siffatti di* C′, *allora la detta corrispondenza individua fra gli spazi* [r] *e* [r]′ *una collineazione che trasforma* C *in* C′ ».

Per esempio, date due curve razionali C e C' d'ordine n, degli spazi $[r]$ ed $[r]'$ ciascuna dotata di $r+1$ iperpiani iperosculatori singolari, cioè di contatto n—punto, allora condizione necessaria e sufficiente affinchè le due curve siano proiettivamente identiche, è che siano proiettivi i due gruppi dei punti di contatto dei detti iperpiani iperosculatori singolari (*).

Per $r=n-1$ e $C \equiv C'$, questo teorema è già noto (**).

II.

1. Ci proponiamo ora di trovare le condizioni necessarie e sufficienti, affinchè due date curve algebriche C e C' (distinte o coincidenti), siano infinite volte omografiche; o vogliam dire, affinchè esistano infinite omografie fra i loro spazi, rispetto a ciascuna delle quali esse siano corrispondenti.

Cominciamo dall'osservare che per un noto teorema (***) il genere delle due date curve, non è maggior d'uno; cioè che indicando con p il genere delle curve C e C', può essere soltanto $p=0$, ovvero $p=1$. Quest' ultima ipotesi si esclude facilmente. Infatti ogni omografia che trasformi C in C' coordinerà, p. es., il punto di contatto di un iperpiano stazionario di C' ad un punto siffatto di C; e in generale ad un punto di C dove questa curva abbia qualche singolarità proiettiva, un punto di C', nel quale C' è dotata della stessa singolarità. Ma esistono (in generale) *due* sole (****) corrispondenze biunivoche fra i punti di

(*) Marletta « l. c. »

(**) Loria — « *Intorno alle curve razionali d'ordine* n *dello spazio a* n—1 *dimensioni.* » [Rendiconto del Circolo Matem. di Palermo, tomo II (1888)].

(***) Schwarz « *Ueber diejenigen algebraischen Gleichungen zwischen.* . . . . . » Journ f. Math. 87.

(****) Queste corrispondenze sono 1 se C e C' sono armoniche, e 6 se C e C' sono equianarmoniche. Vedi Segre « *Le corrispondenze.* . . . . » l. c.

C e C', tali che abbiano come omologhi due punti dati a piacere, uno in C e l'altro in C': onde saranno per certo in numero *finito* le omografie fra gli spazi $[r]$ e $[r]'$ (dove supponiamo immerse le C e C'), tali da trasformare queste due curve l'una nell'altra.

Concludiamo perciò, che se due date curve, distinte o coincidenti, sono trasformate l'una nell'altra da infinite omografie, esse sono entrambe) *razionali*.

2. Come è noto, intanto, le curve C e C' sono ∞^3 volte omografiche se è $n = r$, essendo n l'ordine di esse. Onde basta considerare l'ipotesi di $r < n$.

La curva razionale C ha $(r+1)(n-r)$ iperpiani stazionari. Sia Σ un iperpiano di $[r]$ avente un contatto m—punto in M con C, essendo $n > m \geq r+1$; esso secherà ulteriormente la curva in $n-m$ punti distinti da M, uno dei quali sia per es. A.

Ogni omografia Ω esistente fra gli spazi $[r]$ e $[r]'$, e rispetto alla quale si corrispondono le due curve C e C' trasforma Σ in un iperpiano Σ' di $[r]'$, avente un contatto m—punto con C' in un certo punto M', e secante la medesima curva in un gruppo di $n-m$ punti, distinti da M', che chiameremo A'_i $(i = 1, 2, \ldots$ $\ldots, n-m)$. Ad Ω dunque è subordinata un'omografia binaria ω fra i punti di C e C', aventi come omologhi M ed M', A e A'_i; dove i ha un determinato valore. Ma l'iperpiano Σ, che è da contarsi $m-r$ volte fra gli $(r+1)(n-r)$ iperpiani stazionari di C, non gli esaurisce tutti: per la qual cosa le omografie fra gli spazi $[r]$ e $[r]'$, aventi come omologhe C e C', sarebbero in numero finito. In altri termini l'ipotesi dell'esistenza di iperpiani stazionari come Σ, con $n > m \geq r+1$, contradice all'altra, che le C e C' siano infinite volte omografiche. Ne segue che se C e C' sono infinite volte omografiche, ciascuna di esse è necessariamente dotata di $r+1$ iperpiani *stazionari singolari*, cioè di contatto n—punto.

3. Siano C e C' due curve razionali siffatte. Com'è noto (*),

(*) Marletta l. c. 1.

qualunque omografia ϱ esistente fra $[r]$ e $[r]'$ e tale da trasformare C in C', determina fra i punti di queste curve, una omografia binaria ω, rispetto alla quale sono corrispondenti i due gruppi dei punti di contatto degl'iperpiani stazionari singolari e viceversa, se ω è un' omografia binaria siffatta, essa individua una omografia ϱ fra $[r]$ e $[r]'$, rispetto alla quale C e C' si corrispondono. Onde condizione necessaria e sufficiente affinchè C e C' siano infinite volte omografiche, è che i punti di contatto degl'iperpiani stazionari singolari di C (e similmente di C') si distribuiscano in *due* gruppi, ciascuno formato di punti infinitamente vicini.

Possiamo dunque concludere che

« *le condizioni necessarie e sufficienti affinchè due curve (distinte o coincidenti)* C *e* C′, *siano trasformate l'una nell'altra da infinite omografie degli spazi* [r] *e* [r]′ *cui appartengono, sono:*

1ª) *che esse siano razionali;*

2ª) *e poi, o che esse siano normali, ovvero che ciascuna sia dotata di* r + *1 iperpiani stazionari singolari, e gli* r + *1 punti di contatto si raccolgano in due gruppi, uno formato da* s *punti infinitamente vicini, e l'altro da* r — s + *1 punti pur essi infinitamente vicini, essendo* $1 \leq s \leq r$ ».

Si noti infine, che per $r=2k-1$, e $s=k$, esistono *due* sistemi ∞^1 di omografie fra gli spazi $[r]$ e $[r]'$, le quali trasformano C in C'.

Catania, ottobre 1905.

Memoria VI.

Sulla direzione delle correnti atmosferiche in Catania

Dr. FILIPPO EREDIA

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
PROFF. G. P. GRIMALDI ED A. RICCÒ (*relatore*)

L' A., quando era assistente nell' Osservatorio di Catania, raccolse dalle registrazioni del nostro Anemografo i dati per lo studio della frequenza dei venti nelle varie direzioni; elaborato poscia questo materiale, presenta ora per mio mezzo all' Accademia una nota importante per la meteorologia e climatologia di Catania, e che perciò ritengo meritevole per se stessa e conveniente per l' Accademia di pubblicarsi nei propri Atti.

D' accordo con l'A. si sono soppresse alcune tabelle che non erano assolutamente indispensabili; così la stampa riuscirà meno gravosa.

Il Relatore
A. RICCÒ

Le correnti aeree nelle altissime regioni dell'atmosfera, devono certamente manifestare fenomeni regolari e costanti, ma presso terra, gli ostacoli prodotti dalle prominenze e dagli avvallamenti del suolo, gli attriti, i riscaldamenti o raffreddamenti locali ed altre simili cause influiscono talmente sulla loro direzione da complicare le leggi generali con molteplici deviazioni ed anomalie.

Rendesi quindi indispensabile uno studio lungo ed accurato del fenomeno, con buoni mezzi di osservazione, per determinare con esattezza il modo di azione delle circostanze locali, e i caratteri particolari delle modificazioni che esse producono.

L' Osservatorio Astrofisico, la cui direzione è affidata al chiarissimo Prof. A. Riccò, trovandosi in possesso d' un eccellente anemometrografo Brassart, ho voluto qui riunire i risultati che questo strumento ha somministrato nel periodo discretamente lungo 1892-1902 che io ho studiato con lo scopo di apprestare qualche elemento relativo a queste ricerche e cercare di dedurre le leggi che regolano in Catania la direzione delle correnti atmosferiche.

Il padiglione meteorologico, annesso all' Osservatorio Astrofisico, è isolato da tre lati per cui non subisce perturbazioni nè impedimenti da terreno o da altri fabbricati, che restano molto al di sotto.

Come tetto della camera meteorologica c' è una terrazza sulla quale sporgono le parti superiori collettrici dell' anemometrografo, all' altezza di m. 68 sul mare e m. 40 sul suolo.

In tutto quello che segue deve intendersi che l' unità di tempo è l' ora, cioè che il numero delle osservazioni di base è di 24 per giorno. Dippiù siccome l' anemometrografo indica unicamente le direzioni dei quattro punti cardinali e le intermedie, le mie ricerche si limiteranno agli otto punti principali della rosa dei venti. Bisogna ancora avvertire che i giorni sono contati da una mezzanotte all' altra e che l' anno è valutato meteorologicamente, cioè dal 1° dicembre al 30 novembre dell' anno seguente.

Nella compilazione dei quadri riassuntivi si ebbe cura di tralasciare intieramente quei giorni in cui mancavano alcune ore di registrazione, ed a un esame scrupoloso furono sottoposti i dati, cercando così di garentire maggiormente l' attendibilità delle conclusioni.

Mi furono di guida in tale laborioso lavoro i consigli del

chiarissimo Prof. A. Riccò e mi è grata l'occasione per esprimere i sensi della più alta stima e riconoscenza.

*
* *

Cominciamo a considerare il periodo annuo.

Ho determinato per ogni mese il numero delle volte che è stato osservato il vento in ciascuna direzione per tutto il periodo. Però onde avere numeri che siano tra di loro più esattamente paragonali, ho ridotto la frequenza a 10000 cioè ho supposto che in ogni mese si siano fatte 10000 osservazioni. La tab. I. dà queste frequenze in diecimillesimi.

Un esame alla summominata tabella permetterà trarre le conclusioni che qui sotto trascrivo.

Il vento della direzione Ovest è predominante nei mesi di Gennaio, Febbraio, Marzo, Novembre, Dicembre; col massimo in Gennaio e Dicembre.

Il vento della direzione Est è predominante nei mesi di Giugno, Luglio, Agosto, Settembre, col massimo principale in Giugno, e massimo secondario in Settembre.

Il vento della direzione NE è predominante nei mesi di Aprile, Maggio, Ottobre, col massimo principale in Aprile.

I venti delle direzioni W e E si presentano sempre con proprietà opposte coincidendo i massimi dell'uno coi minimi dell'altro.

Il N spira con maggiore frequenza nei mesi da Ottobre a Marzo che negli altri.

Il S spira con poca frequenza e raggiunge il massimo in Marzo ed il minimo in Luglio ed Agosto.

Il SE segue l'E; il SW e NW seguono l'W quasi per tutto l'anno.

Allo scopo di maggiormente fare risaltare l'andamento della frequenza delle singole direzioni, adoperando il noto metodo di

Schouw abbiamo ridotto le otto direzioni alle quattro direzioni principali; ed i valori relativi trovansi quì sotto trascritti :

	N	S	W	E
Gennaio	2100	1702	4692	1470
Febbraio	3414	1431	4125	2643
Marzo	3281	1787	3754	3330
Aprile	3375	1422	2787	4000
Maggio	2930	1358	2137	4159
Giugno	2025	1391	1248	3869
Luglio	1699	1121	1048	3571
Agosto	1531	1325	1146	3206
Settembre	2026	1148	2062	2808
Ottobre	2645	865	1979	2420
Novembre	2120	768	2119	1848
Dicembre	2860	1204	4351	1768

Operando sui soprascritti valori, approssimativamente risultano le seguenti proporzioni :

Gennaio	N : S = 2 : 1	W : E = 4 : 1
Febbraio	N : S = 3 : 1	W : E = 2 : 1
Marzo	N : S = 3 : 1	W : E = 1 : 1
Aprile	N : S = 3 : 1	W : E = 1 : 2
Maggio	N : S = 2 : 1	W : E = 1 : 2
Giugno	N : S = 2 : 1	W : E = 1 : 3
Luglio	N : S = 1 : 1	W : E = 1 : 3
Agosto	N : S = 1 : 1	W : E = 1 : 3
Settembre	N : S = 2 : 1	W : E = 1 : 1
Ottobre	N : S = 3 : 1	W : E = 1 : 2
Novembre	N : S = 3 : 1	W : E = 2 : 1
Dicembre	N : S = 2 : 1	W : E = 3 : 1

Da cui si deduce come nei mesi d' inverno abbiamo predominio dei venti settentrionali e occidentali ; nei mesi della primavera settentrionali ed orientali; nei mesi dell' està orientali e nei mesi dell' autunno settentrionali ed occidentali.

Per i singoli mesi abbiamo anche:

Gennaio	N + S : W + E = 3 : 6
Febbraio	N + S : W + E = 4 : 6
Marzo	N + S : W + E = 5 : 7
Aprile	N + S : W + E = 4 : 6
Maggio	N + S : W + E = 4 : 6
Giugno	N + S : W + E = 3 : 5
Luglio	N + S : W + E = 2 : 4
Agosto	N + S : W + E = 2 : 4
Settembre	N + S : W + E = 3 : 5
Ottobre	N + S : W + E = 3 : 5
Novembre	N + S : W + E = 2 : 3
Dicembre	N + S : W + E = 4 : 6

Abbiamo dunque per tutti i mesi dell' anno una leggiera preponderanza dei venti che agiscono secondo la direzione del parallelo in confronto a quelli che agiscono secondo la direzione del meridiano.

E ciò dipende certamente dal fatto che i primi spirando dalla direzione del mare sono più liberi, mentre i secondi spirando dalla direzione della terra ferma, incontrano un forte ostacolo nel monte Etna.

Esaminando infine la tabella I che ci dà la frequenza relativa per i singoli mesi, ci risulta come il NE è sempre superiore del N soltanto per i mesi di Marzo, Giugno, Luglio, Agosto, Settembre; inferiore dell' E per tutti i mesi.

Il SW è sempre inferiore all' W e superiore del S; il SE sempre inferiore all' E e superiore in alcuni mesi al S.

Donde deduciamo che nel periodo da noi esaminato non risulta la costanza di quella legge per la quale i venti intermedii prevalgano sui principali.

*
* *

Riassunte le particolarità delle singole direzioni delle correnti, cerchiamo di vedere in che relazione stanno i nostri dati con quelli emessi da altri che in tale studio ci precedettero, utilizzando altre serie di osservazioni.

Le prime osservazioni meteorologiche rispondenti al carattere scientifico, riguardano il decennio 1817-1826; esse furono sapientemente disensse dal valoroso scienziato C. Gemmellaro che nel suo pregevole lavoro: « Saggio sopra il Clima di Catania » così dispone i venti per ordine di frequenza: W, E, NW, SE, NE, SW, N, che rispettivamente furono predominanti per mesi 41, 31, 23, 13, 7, 3, 2. Operando col metodo di Schouw su questi dati, otteniamo:

$$N + S : O + E = 6 : 11$$

il che, analogamente a quanto abbiamo detto innanzi, ci segnala il predominio dei venti secondo la direzione del parallelo. I valori delle quattro direzioni principali sono: $N = 50$, $S = 16$, $W = 67$, $E = 51$; questi valori ci dicono come i venti disposti secondo la frequenza così si succedono: W, E, N, S. Successione, che se si pone in confronto a quanto superiormente abbiamo detto pel periodo 1892-1902, coincide esattamente.

Lo stesso può dirsi pel periodo 1833-1840 e 1840-1846 di osservazioni fatte sotto la guida del dotto Gemmellaro.

*
* *

Per il periodo diurno abbiamo scelto come unità le stagioni poichè è evidente che aggruppando per trimestri le quantità relative alla frequenza dei venti nel periodo diurno, debbonsi in parte eliminare ed in parte attenuare gli effetti delle anomalie accidentali.

Abbiamo notato nella tabella 11 e seguenti il numero delle volte che ha spirato il vento da una data direzione per tutto il periodo, per ciascuna ora ed allo scopo di avere quantità che siano tra di loro paragonabili, abbiamo ridotto la frequenza osservata a 10000; analogamente a quando si fece pel periodo annuo.

Un primo sguardo a siffatte cifre ci fa notare come in primavera, estate ed autunno, non esiste più quella regolarità mirabile di andamento nella frequenza della direzione dei venti che si nota in inverno; sembra che l'aria più densa e pesante pel freddo, sia in inverno meno che nelle altre stagioni soggetta a svariati cambiamenti di direzione.

E ciò sembra confermare quanto è noto, che in inverno le variazioni atmosferiche si estendono equabilmente in vastissime regioni della superficie terrestre, mentre nelle altre stagioni e massimo in estate sono molto più localizzate e variabili.

Rimane ancora facile trarre le seguenti conclusioni:

In autunno: il vento N spira con maggiore frequenza durante la notte che durante il giorno, raggiungendo il massimo nelle ore del minimo della temperatura.

NE, E, SE hanno lo stesso andamento; la loro frequenza aumenta coll'aumentare del calore e raggiunge il massimo nell'epoca del massimo calore.

NW, W, SW presentano anche lo stesso carattere diminuiscono coll'aumentare della temperatura e raggiungono il massimo nell'epoca del minimo calore.

Abbiamo dunque in autunno due tipi principali di frequenza: l'uno rappresentato dai venti NE, E, SE, e l'altro dai venti NW, W, SW. I primi predominano nell'epoca del massimo calore appunto quando per essere il suolo riscaldato più del mare vengonsi a produrre delle correnti che vanno dal mare alla terra apportando una temperatura fresca; i secondi predominano nell'epoca del minimo calore appunto quando per essere il mare più caldo del suolo si producono correnti che vanno dalla terra al mare e che per l'attraversare che fanno di estese regioni coltivate ci apportano dell'umidità in abbondanza.

Se confrontiamo la frequenza dei venti E e W non riscontriamo caratteri opposti, mentre li abbiamo per l'E e NW. Il che vuol dire che il vento che spira dalla direzione W subisce un forte deviamento per la forte azione esercitata dal nostro

Mongibello; deviamento che possiamo anche far militare per spiegarci lo spostamento che subisce il NE relativamente all' E e S E. Nelle altre stagioni si ripete lo stesso tipo di frequenza che abbiamo notato per l' autunno, solo abbiamo dei valori maggiori o minori per i venti di E e W, a seconda del succedersi del massimo e del minimo del calore.

La calma in tutte le stagioni diminuisce col crescere della temperatura; al nascere del sole si mantiene veramente un po' alta, e tale rimane per un po' di tempo e ciò dipende certamente dal fatto che l' azione del sole non si manifesta subitamente.

R. Osservatorio Astrofisico di Catania, Gennaio 1906.

Tav. I.

Frequenza dei venti dedotta dalla somma della frequenza nelle 24 ore.

	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Somma
Gennaio . .	1858	271	399	373	96	131	775	1428	567	5901
Febbraio . .	1110	419	670	507	155	71	495	982	602	5010
Marzo . . .	1083	116	950	752	257	216	578	1066	564	5882
Aprile . . .	1431	261	1101	684	101	66	311	732	182	5172
Maggio . .	1721	332	931	1019	136	68	275	533	418	5736
Giugno . .	2417	248	729	1068	394	100	291	241	170	5661
Luglio . . .	2931	128	617	937	161	27	152	250	199	5736
Agosto. . .	3093	161	461	816	585	27	158	210	267	5808
Settembre. .	2612	237	496	811	287	69	297	157	119	5688
Ottobre . .	2720	422	690	597	136	151	222	199	113	5880
Novembre. .	2921	108	515	186	55	114	270	653	288	5712
Dicembre . .	1682	113	481	416	129	131	138	1358	737	5822

Frequenza relativa, supponendo che le osservazioni per ogni mese siano 10000.

Gennaio . .	3147	461	676	632	162	227	1313	2119	960	10000
Febbraio . .	2203	891	1329	1006	308	141	982	1919	1191	10000
Marzo . . .	1842	707	1615	1278	437	367	983	1812	959	10000
Aprile . . .	2615	177	2017	1250	733	121	568	1338	881	10000
Maggio . .	3006	579	1622	1777	760	119	479	929	729	10000
Giugno . .	4268	138	1287	1886	696	177	518	430	300	10000
Luglio . . .	5110	221	1128	1631	809	47	265	436	317	10000
Agosto. . .	5325	277	791	1405	1007	46	272	111	460	10000
Settembre. .	4592	117	872	1131	505	121	522	803	737	10000
Ottobre . .	4626	718	1175	1015	230	257	378	819	752	10000
Novembre. .	5119	711	902	850	96	200	172	1143	501	10000
Dicembre . .	2889	762	832	714	222	230	752	2333	1266	10000

Tav. II.

INVERNO (**Frequenza per 10000**).

Ore	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0- 1	136, 4	29, 2	33, 8	16, 7	5, 4	3, 0	38, 2	98, 4	56, 1
1- 2	133, 6	32, 2	33, 8	18, 5	3, 6	5, 4	44, 7	93, 0	52, 5
2- 3	128, 2	27, 4	26, 2	19, 7	6, 6	7, 2	51, 3	99, 5	53, 7
3- 4	131, 8	27, 4	26, 8	18, 5	7, 2	12, 5	47, 1	91, 2	55, 5
4- 5	131, 8	31, 0	21, 5	20, 3	7, 2	9, 5	38, 2	102, 0	55, 5
5- 6	137, 2	28, 6	25, 0	17, 3	6, 6	13, 7	40, 6	100, 2	47, 7
6- 7	132, 4	27, 4	28, 0	12, 5	7, 2	10, 7	46, 5	97, 2	54, 9
7- 8	131, 8	29, 8	27, 4	18, 5	6, 6	13, 1	42, 3	98, 4	45, 9
8- 9	134, 8	26, 6	37, 6	19, 2	6, 6	13, 1	45, 3	94, 2	39, 4
9-10	135, 4	26, 8	37, 7	23, 3	8, 9	13, 1	52, 5	89, 4	29, 8
10-11	116, 9	23, 3	37, 6	35, 8	13, 7	14, 9	53, 7	88, 8	32, 2
11-12	96, 6	20, 3	45, 9	47, 7	10, 4	8, 9	54, 3	93, 6	39, 4
12-13	76, 3	19, 1	47, 1	64, 4	18, 5	12, 5	41, 7	99, 6	37, 6
13-14	76, 3	25, 6	47, 7	69, 8	19, 1	16, 1	41, 1	76, 9	44, 1
14-15	58, 4	29, 2	53, 7	74, 5	19, 1	10, 1	55, 5	81, 7	34, 6
15-16	84, 7	28, 0	55, 5	66, 2	16, 7	9, 5	35, 8	82, 3	38, 2
16-17	99, 0	29, 8	50, 1	62, 0	17, 3	6, 6	35, 8	76, 9	39, 9
17-18	110, 3	37, 0	57, 2	35, 8	8, 3	6, 0	30, 3	81, 1	50, 7
18-19	121, 7	29, 2	54, 9	24, 4	7, 7	4, 8	34, 6	90, 6	48, 9
19-20	121, 1	30, 4	38, 2	30, 4	9, 5	1, 7	33, 1	96, 0	56, 1
20-21	112, 1	37, 0	42, 9	21, 5	3, 0	4, 2	36, 4	107, 9	51, 3
21-22	115, 7	35, 8	34, 0	19, 7	7, 7	1, 7	34, 6	106, 2	61, 4
22-23	127, 6	32, 2	30, 4	22, 1	4, 2	1, 8	45, 3	100, 2	53, 1
23-24	118, 1	32, 8	35, 2	13, 7	6, 6	1, 7	39, 4	104, 1	65, 0

Tav. III.

PRIMAVERA (Frequenza per 10000).

Ore	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0- 1	151, 6	30, 4	48, 6	12, 9	4, 7	3, 5	31, 6	80, 2	53, 2
1- 2	158, 0	30, 4	43, 3	15, 8	3, 5	5, 8	26, 9	77, 8	55, 0
2- 3	160, 4	31, 0	43, 9	12, 3	1, 2	4, 7	28, 1	82, 5	52, 7
3- 4	152, 7	31, 0	48, 0	11, 1	2, 3	5, 8	26, 3	79, 0	60, 3
4- 5	166, 2	31, 0	47, 4	8, 8	1, 2	2, 9	32, 2	76, 1	50, 9
5- 6	171, 5	29, 8	41, 5	12, 9	1, 2	5, 8	25, 7	78, 4	49, 7
6- 7	169, 7	17, 5	52, 7	13, 5	4, 1	8, 8	33, 9	72, 6	43, 9
7- 8	158, 6	16, 4	55, 0	18, 7	10, 5	11, 1	38, 0	65, 0	43, 3
8- 9	109, 4	16, 4	63, 8	47, 4	24, 6	19, 9	43, 3	65, 5	26, 3
9-10	59, 7	15, 8	59, 1	84, 8	52, 7	15, 8	43, 9	57, 3	27, 5
10-11	35, 7	13, 4	64, 9	113, 0	63, 2	15, 8	37, 5	48, 6	24, 6
11-12	26, 9	15, 2	67, 9	132, 3	72, 0	11, 7	29, 8	42, 1	18, 7
12-13	22, 8	11, 1	79, 6	140, 5	72, 0	12, 3	23, 4	33, 4	21, 6
13-14	21, 1	17, 5	89, 5	141, 0	70, 2	8, 8	21, 6	28, 7	18, 1
14-15	20, 5	18, 7	91, 2	148, 6	57, 9	9, 9	20, 5	24, 6	21, 6
15-16	23, 4	24, 0	108, 8	138, 1	55, 0	7, 0	17, 6	25, 7	17, 0
16-17	34, 5	22, 8	115, 8	120, 0	46, 8	8, 8	18, 7	26, 3	22, 8
17-18	56, 2	28, 7	124, 1	95, 4	35, 7	7, 6	16, 4	31, 0	21, 6
18-19	87, 2	26, 3	120, 6	62, 6	25, 2	8, 8	24, 0	35, 7	26, 3
19-20	117, 0	32, 8	110, 6	33, 3	13, 5	7, 0	24, 6	51, 4	23, 1
20-21	131, 1	33, 3	86, 0	24, 6	9, 4	7, 0	26, 9	63, 8	34, 5
21-22	146, 3	33, 3	70, 8	19, 3	4, 7	5, 3	27, 5	71, 1	38, 0
22-23	148, 7	33, 9	58, 5	15, 2	4, 7	5, 3	30, 4	72, 0	48, 0
23-24	151, 0	29, 3	52, 1	12, 3	4, 1	5, 3	32, 2	72, 0	58, 5

Tav. IV.

ESTATE (Frequenza per 10000).

ORE	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0- 1	299, 3	20, 9	11, 6	6, 4	0, 6	2, 3	21, 5	33, 7	20, 3
1- 2	307, 4	11, 6	9, 9	4, 6	0, 0	2, 3	17, 1	35, 4	27, 9
2- 3	325, 4	12, 2	6, 4	5, 8	2, 4	1, 2	17, 4	23, 2	22, 7
3- 4	335, 3	11, 0	9, 9	3, 5	1, 2	0, 6	16, 8	18, 6	19, 8
4- 5	333, 5	14, 5	7, 5	4, 6	0, 5	1, 7	14, 5	22, 1	17, 4
5- 6	331, 8	11, 6	8, 1	4, 6	0, 5	0, 0	13, 4	23, 2	23, 2
6- 7	325, 4	11, 6	9, 9	7, 6	1, 2	3, 5	19, 2	18, 6	19, 8
7- 8	287, 6	11, 6	20, 9	16, 8	1, 1	9, 3	19, 8	20, 3	19, 2
8- 9	216, 8	9, 3	26, 7	41, 3	43, 6	8, 7	25, 6	25, 6	19, 2
9-10	138, 9	8, 1	38, 3	97, 0	72, 6	7, 0	27, 3	13, 9	13, 4
10-11	90, 6	8, 7	51, 7	135, 4	87, 7	5, 8	16, 3	9, 9	10, 5
11-12	72, 0	7, 0	64, 5	153, 4	87, 7	5, 8	10, 5	8, 7	7, 0
12-13	45, 3	7, 0	75, 5	166, 2	93, 6	4, 6	12, 2	7, 0	5, 2
13-14	43, 0	6, 4	77, 9	166, 2	97, 0	5, 2	11, 6	3, 5	5, 8
14-15	37, 2	5, 8	84, 8	170, 9	90, 1	4, 6	10, 5	5, 8	7, 0
15-16	51, 7	9, 3	96, 5	158, 1	76, 7	1, 7	8, 1	5, 2	9, 3
16-17	83, 1	11, 0	91, 8	138, 9	66, 2	4, 1	8, 1	4, 6	8, 7
17-18	112, 1	16, 3	92, 4	124, 4	47, 1	1, 7	5, 2	9, 3	8, 1
18-19	157, 5	23, 2	81, 3	95, 9	27, 9	3, 5	8, 1	11, 6	7, 5
19-20	214, 4	13, 4	72, 0	61, 0	15, 7	2, 9	7, 5	15, 1	14, 4
20-21	243, 5	19, 2	55, 2	34, 9	8, 7	5, 8	1, 2	18, 0	19, 2
21-22	274, 2	16, 8	39, 5	19, 8	2, 9	3, 5	13, 9	29, 0	16, 8
22-23	286, 5	22, 7	19, 2	13, 4	2, 3	2, 3	14, 8	32, 0	23, 2
23-24	292, 3	22, 7	15, 7	8, 7	1, 2	1, 7	18, 6	32, 0	23, 8

Tav. V.

AUTUNNO (frequenza per 10000)

Ore	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0- 1	238, 8	33, 9	22, 4	11, 5	2, 9	4, 0	19, 0	44, 9	36, 8
1- 2	250, 3	30, 5	23, 0	9, 2	1, 7	1, 0	16, 1	13, 2	36, 2
2- 3	248, 6	32, 8	23, 6	8, 0	1, 0	4, 6	11, 4	13, 7	34, 5
3- 4	248, 6	34, 4	25, 3	8, 6	1, 2	6, 3	15, 0	40, 3	38, 0
4- 5	248, 6	29, 9	27, 0	6, 3	2, 3	2, 9	16, 1	40, 3	41, 4
5- 6	256, 1	24, 7	23, 0	8, 1	4, 0	3, 4	13, 2	38, 5	43, 2
6- 7	261, 8	23, 0	21, 3	7, 5	2, 3	1, 0	16, 7	37, 1	40, 3
7- 8	249, 7	20, 7	26, 5	10, 4	2, 9	6, 3	22, 4	43, 7	31, 6
8- 9	214, 0	20, 7	33, 9	24, 2	6, 9	10, 9	25, 3	52, 4	25, 9
9-10	168, 0	14, 4	36, 2	48, 9	16, 1	16, 1	27, 6	58, 7	28, 2
10-11	141, 6	19, 6	39, 7	73, 6	24, 7	15, 5	28, 8	46, 0	24, 7
11-12	118, 0	17, 8	46, 6	93, 8	33, 4	15, 0	28, 2	39, 1	22, 4
12-13	105, 3	12, 7	48, 9	148, 6	31, 6	19, 6	22, 4	35, 1	20, 1
13-14	107, 6	16, 1	57, 0	120, 3	31, 5	11, 5	26, 4	25, 9	15, 0
14-15	99, 0	16, 1	69, 0	128, 3	25, 9	10, 4	18, 4	32, 2	15, 0
15-16	119, 7	21, 3	67, 3	116, 2	20, 1	10, 1	14, 4	25, 3	13, 8
16-17	145, 0	21, 9	70, 7	93, 8	16, 1	8, 6	16, 1	23, 0	19, 0
17-18	169, 7	24, 7	74, 2	66, 2	14, 3	6, 9	16, 1	28, 8	13, 2
18-19	196, 8	27, 0	59, 3	47, 8	10, 4	7, 5	18, 4	27, 6	19, 6
19-20	215, 8	33, 9	50, 1	28, 2	5, 2	5, 7	16, 1	36, 8	22, 4
20-21	220, 1	37, 4	42, 6	23, 6	4, 6	6, 9	16, 1	39, 7	23, 0
21-22	235, 9	35, 1	37, 4	15, 5	2, 9	1, 0	13, 8	39, 7	29, 9
22-23	242, 2	33, 4	28, 8	13, 4	4, 0	3, 4	16, 1	39, 7	33, 1
23-24	249, 7	35, 1	24, 7	9, 8	2, 9	3, 4	16, 7	38, 0	33, 9

Memoria VII.

Trasformazioni delle energie

del Prof. ANTONIO CURCI.

Le forme più conosciute di energia secondo l' opinione comune sono: meccanica, termica, luminosa, elettrica, chimica, le quali si trasformano le une nelle altre.

Questo fa supporre che sia una l' energia universale principale e primordiale, la quale dia luogo trasformandosi da una in altra forma a secondo il sistema materiale in cui si sviluppa e secondo quello in cui passa successivamente. Quale è l' energia prima universale da cui si generano le altre?

L' attrazione della materia e le sue forme secondarie di affinità chimica, coesione, adesione, gravità, gravitazione ecc. sono effetti meccanici di quella primitiva; onde se queste forme sono degli effetti, non sono la energia stessa.

In ogni modo le suddette forme di energia non sono differenti per natura e per origine tra loro come si crede erroneamente; esse sono sempre la stessa cosa, sotto differenti stati ed aspetti, sensibili a noi atte a produrre variati effetti. La stessa energia primordiale si manifesta ai nostri imperfetti sensi ora come movimento, ora come calore e luce, ora come elettricità dinamica e statica, ora come attrazione o affinità chimica ecc. producendo cambiamenti di materia e di forme e di spazio e dando luogo agl' innumerevoli fenomeni della natura.

Per comprendere questi principii è necessario vedere da vicino una per una, cosa sono o almeno, quali proprietà hanno le diverse forme di energia.

1. *Elettricità.* — Secondo gli ultimi recenti portati della fi-

sica questa energia, tanto importante, sarebbe costituita da minime particelle di energia, dette elettroni o ioni elettrici, i quali hanno per carattere più sagliente quello di essere forza viva, in moto, atti a propagarsi o diffondersi con immensa velocità pei conduttori e a seconda la conducibilità della materia (1) e per l' etere cosmico. Questi elettroni, che si sono conosciuti e dimostrati per diverse maniere, sono costituiti di elettricità negativa; essi si attaccano agli atomi e molecole dissociate da un solvente o dal calore o da altra energia, e costituiscono la carica elettrica degli ioni.

Un elemento o gruppi di atomi e di molecole, caricandosi di elettroni, si carica di elettricità negativa; sottraendo elettroni ad un elemento o molecola, si ha un ione positivo.

Così p. e. sciogliendosi in acqua un corpo, quale ClNa o SO^4Na^2 si scindono il primo in ione Cl negativo e ione Na positivo, ed il secondo in SO^4 ione negativo e Na Na due ioni positivi. Questi ioni, quando sono combinati come sali, sono in uno stato neutrale o di equilibrio, essi sono attratti l'un l'altro e così reciprocamente si soddisfano; essi sono senza energia interna come vedremo meglio in seguito. Gli atomi, quali quelli che si dicono allo stato nascente e le molecole, non possono stare da soli nello spazio; essi hanno un vuoto e perciò un' avidità, un bisogno assoluto di essere associati a qualche cosa o ad altra materia, come elemento o molecola capace di forza ed energia contraria, o almeno ad una carica o data quantità di energia elettrica positiva o negativa. *Natura aborret a vacuo.* Perciò quando il solvente o il riscaldamento protratto opera la dissociazione, gli ioni nello staccarsi e mettersi in libertà gli uni dagli altri, non possono farlo se non a condizione di combinarsi a qualche altra materia o di acquistare una carica di energia elettrica: in quest'ultimo caso si ha la vera ionizzazione per disso-

(1) A. RIGHI. — *La moderna teoria dei fenomeni fisici* (radioattività, ioni, elettroni). Bologna N. Zanichelli — 1904.

ciazione, e si ha l'ione libero nell'acqua o nell'aria, cioè un atomo solo o molecola che ha carica elettrica positiva o negativa.

La carica degli ioni è 96534 Coulomb per ogni valenza, sia positiva, sia negativa. Gli ioni che hanno funzione chimica basica sono positivi elettricamente, e gli ioni che hanno funzione chimica acida sono elettricamente negativi.

Intanto è provato generalmente, sia in Fisica, che in Chimica, che quando vi è dissociazione di molecole e di atomi, vi è notevole assorbimento di energia dall'ambiente esterno, e siccome il calore è l'energia comune che esiste nell'atmosfera e nella terra, perciò ordinariamente in ogni dissociazione vi è assorbimento di calore.

Egualmente possono essere assorbite altre forme di energia quando vi sono, con lo stesso risultamento, ma il calore è sempre presente dapertutto a buon mercato, mandatoci dal Sole e depositato nei corpi.

Questo assorbimento di energia dall'ambiente esterno è necessario, perchè nella dissociazione, una molecola o un atomo che abbandona e si allontana dal compagno, col quale si attraeva e si soddisfaceva, si saturava, si neutralizzava, si teneva in riposo o quiete; non può esistere senza la carica di enegia, che natura *aborret a vacuo*, e per fare ciò assorbe calore circostante o altra energia se vi si trova: quale azione meccanica, calore, luce, elettricità ecc. Ripeto che nelle condizioni ordinarie e comuni il calore è l'energia che si trova sempre presente, e perciò esso è la sorgente principale di energia in ogni reazione chimica ed in ogni dissociazione. Intanto come abbiamo detto gli elementi dissociati costituiscono ioni con carica elettrica positiva o negativa, mentre hanno assorbito calore e in caso eccezionale altra energia. Si può negare e chiudere gli occhi alla verità del fatto, che il calore dell'ambiente e qualunque calore si trasforma ipsofacto in carica elettrica, per soddisfare quell'avidità che hanno gli atomi e le molecole dissociate di essere soddisfatte ed equilibrate o da una quantità di forza o da una

equivalente quantità di materia? Perciò che ad un equivalente di elettricità corrisponde un equivalente di materia (V. Leggi di Faraday sulla elettrolisi).

Non occorre che io qui riferisca le esperienze galvanometriche, gli studi di elettrochimica ecc., in cui brillano i nomi di Faraday, di Ostawald ed altri per dimostrare che gli atomi e le molecole assorbono calore quando si dissociano, acquistando carica elettrica, e quando poi si associano e si combinano emettono elettricità, la quale alla sua volta si trasforma di nuovo in calore o altra forma di energia. Questo è il fatto fondamentale.

Apparisce chiaro che nella dissociazione vi è assorbimento di energia, che qualunque sia si trasforma in elettricità negli ioni, e che nella combinazione vi è emissione di energia elettrica che si trasforma in altre; e siccome dissociazione non avviene senza assorbimento di energia esterna per formare la carica elettrica, vale a dire che gli atomi e le molecole associate sono senza energia interna, che se l'avessero non avrebbero bisogno di prenderla all'esterno.

Perciò nelle molecole elettricamente neutre non vi è energia interna come si presume, ma all'esterno ha un'aureola o atmosfera unipolare o bipolare e anche a più poli, pei quali le molecole si attirano e possono subire cambiamenti chimici o atomici. L'elettricità si tiene all'esterno, alla superficie colla tendenza a fuggire.

Dunque quando gli atomi si separano assorbono energia; quando si uniscono la emettono, e così ciascun atomo alternativamente o è combinato ad un altro atomo o è combinato ad una data quantità di elettricità: è questo il fatto fondamentale espresso dall'antico adagio *natura aborret a vacuo*, che talvolta è ricordato per ridere.

I due ioni, Cl e Na, p. e. separati hanno ciascuno la carica elettrica contraria, per la quale essi tendono ad attrarsi e combinarsi. Si dice che si combinano per affinità chimica, come se questa affinità fosse una cosa differente dall'attrazione. Gli ioni

si attraggono perchè hanno carica elettrica con diversa tensione; se per quantità è sempre la stessa per ogni valenza, negativa o positiva, per tensione è diversa. Così messi insieme sciolti in acqua, in cui si ionizzano ClNa e IK, si ha uno scambio con formazione di INa e ClK, perchè sebbene i quattro ioni abbiano la stessa carica quantitativa, è differente per tensione, la quale è più forte nel Cl che nel I, e più nel K che nel Na; perciò i due più forti si attraggono e si combinano, abbandonando gli altri due restanti, i quali si combinano alla lor volta.

I detti quattro ioni separandosi acquistano la carica elettrica, che prendono dal calore dell'ambiente; nel combinarsi la emettono come calore in quantità eguale a quella che avevano assorbito. Intanto la loro carica elettrica è scomparsa; siccome energia non si distrugge, perciò è obbligo ammettere che tale elettricità si sia trasformata di nuovo in calore. Ma se dove avviene reazione chimica vi fossero le condizioni opportune acciò l'elettricità svolta possa immettersi in un conduttore e formare corrente, allora non si ha sviluppo di calore; o se ne ha in parte più o meno, a seconda che più o meno possa trasformarsi in corrente, o sia forzata a rimanere incontrando resistenza.

Nelle condizioni ordinarie, in moltissime reazioni chimiche vi è sviluppo di energia termica, perchè l'energia elettrica, che primieramente si svolge, si trova in ambiente cattivo conduttore senza potersi trasformare in corrente e quindi obbligato a trasformarsi in calore.

L'energia chimica non è che energia elettrica e non altro di diverso; è l'effetto dell'attrazione, come questa è energia meccanica generata dalla elettricità, la quale accompagna la materia ionizzata con diverso potenziale. La teoria elettrochimica di Berzelius, corretta opportunamente, ritorna, a novella vita.

L'elettricità è una, recentemente si è dimostrata l'esistenza di elettroni negativi, capaci di caricare un atomo od una molecola e formare un ione elettronegativo; mentre la mancanza o sottrazione di questi elettroni costituisce un ione positivo. È

strana questa inversione di concetto alle denominazioni dell'antica teoria.

Ogni processo chimico fornisce soltanto dell'energia elettrica? Sperimentalmente era stato trovato presso a poco lo stesso valore e si concluse che l'energia chimica si trasforma interamente in energia elettrica. Ulteriore ricerche diedero risultamenti meno soddisfacenti. Il problema parrebbe che fosse risolto per le ricerche teoriche e sperimentali di W. Gibbs, di F. Braun e di H. v. Helmotz: i quali dimostrarono che in generale esiste divario fra energia chimica e quella elettrica, vale a dire che contemporaneamente del calore si genera o viene consumato.

Eppure, se dobbiamo chinare la fronte all'alta autorità scientifica dei suddetti eminenti Fisici, non bisogna mettere in non cale che in tutte le reazioni chimiche e nei più perfezionati apparecchi che l'uomo possa adoperare, non sempre o quasi mai tutta l'energia elettrica, che possa svolgersi, trova le condizioni opportune per prendere la forma di corrente e che perciò in tutto o in parte si deve trasformare all'istante in calore.

Onde è duopo ritornare alla primitiva opinione.

In seguito ai recenti progressi della Elettrofisica e della Elettrochimica, non che della Elettrofisiologia, non è consentito di considerare l'energia chimica come qualche cosa di differente dall'energia elettrica; ambedue sono la stessa cosa e che quindi quando ci pare di svolgersi energia chimica non è che energia elettrica, la quale in tutto o in parte si trasforma in calore o altra forma di energia quando sia il caso, subito instantaneamente nell'atto di rendersi libera o scaricarsi, se non trova tutte le condizioni complete assolute per essere condotta fuori, ciò che è impossibile nel mondo, in qualunque punto dello spazio e della materia.

Prendiamo ad esaminare una combustione per ossidazione. L'ossigeno è un elemento singolare, il massimo elettronegativo ed ogni altro elemento sotto la sua influenza funziona da positivo. L'ossido che ne risulta è positivo nelle valenze basse, è

negativo nelle valenze alte quando si combina a elementi metallici; è sempre acido cogli elementi metalloidici. L'ossigeno ha il potere di fare generare una grande forza elettromotrice, e quindi una grande quantità di calore e luce.

In una combustione vi è combinazione di ossigeno al carbonio e idrogeno; i combustibili sono cattivi conduttori della elettricità ed in generale ogni reazione chimica avviene in un sistema di materia, in cui l'elettricità che si svolge non può trasformarsi in corrente. La energia o carica elettrica, inerente al carbonio e all'idrogeno da una parte, acquistata nel separarsi dal calore comunicato, e quella inerente all'ossigeno si svolge intensa nell'atto della ossidazione. L'ossido risultante è privo di energia, ma quella energia resa libera resta attaccata ai prodotti della combustione, non ha conduttori per potersi diffondere, incontra da ogni lato resistenza, per necessità si trasforma subito in calore. Perciò nelle osservazioni ed esperienze, l'energia che nella maggior parte si manifesta è calore: onde le osservazioni sono giuste, ma la deduzione è falsa.

Del resto non è strano questo mio concetto, anzi è così semplice e vero che basta considerare il fatto, che ogni corrente elettrica tutte le volte che trova resistenza si trasforma in calore e luce per convincersene. E qui è opportuno ricordare le leggi di Ionle; cioè: La quantità di calore, sviluppato in un circuito di corrente o parte di esso nell'unità di tempo, è proporzionale alla resistenza e al quadrato della intensità della corrente.

Ond'è, che l'energia elettrica, che assume le diverse forme a seconda le condizioni meccaniche e fisiche del sistema, il quale ordinariamente si trova in condizioni non atte a fare eseguire un lavoro all'energia elettrica come corrente, è quella che si trasforma in calore.

L'elettricità è l'energia in moto, è la forza viva, l'anima del mondo, l'energia che tutto muove e trasforma in natura, ma non sempre può funzionare e compiere un lavoro come corrente. Da per tutto incontra ostacolo o deve rimanere inattiva;

in attesa di lavoro quando occorre; attendere inerte come movimento come azione è assurdo, inconcepibile; non può andarsene, anzi deve rimanere, deve restare per servire al momento opportuno, è necessario quindi che prenda una forma, la quale possa restare, penetrare tutti corpi, diffondersi lentamente e questa è la forma di calore. Come elettricità tende a disporsi alla superficie e a fuggire; occorre invece che penetri e vi resti momentaneamente e questo non può farlo che come calore. Necessaria e sublime trasformazione dell'energia universale.

In natura avvengono decomposizioni e ricomposizioni successive ed alternative. Nella dissociazione vi è assorbimento di energia per formare la carica elettrica, come pure la forza di affinità o di attrazione tra gli ioni liberi. Gli ioni più forti si combinano coi più forti, i più deboli coi più deboli, emettono energia elettrica libera, attiva, la quale compie quel dato lavoro e produce quel dato fenomeno. In questo immenso lavoro, che in fondo è un processo di ossidazione, si svolge energia elettrica e questa come corrente multiforme compie tutte le funzioni vitali degli organismi viventi (1) ed anche una gran parte o tutti dei fenomeni meteorici e tellurici; in ciò l'ettricità avanzata si trasforma in calore. I prodotti ossidati poi debbono essere decomposti e allora occorre energia; i componenti nella dissociazione debbono riacquistare quella carica che avevano perduto e ciò lo fanno assorbendo calore dell'ambiente. Il calore nel penetrare i corpi, elettrizza negativamente gli atomi, (perchè il calore è elettricità negativa costituita di elettroni) i quali si respingono e nel separarsi, i positivi perdono elettroni, i negativi ne acquistano e si formano le due cariche contrarie; eliminato l'ossigeno, gli elementi che vi restano il carbonio, l'idrogeno e l'azoto si combinano per formare le sostanze organiche. Questo grandioso fenomeno avviene nella clorofilla delle piante, in cui i raggi solari si trasformano in corrente elettrolitica, che

(1) V.) CURCI *L'organismo vivente e la sua anima.*

decompone i sali e l' acqua, e il cui idrogeno nascente o H ionizzato, riduce subito gli acidi ossigenati del solfo, dell' azoto e del carbonio, i quali elementi alla loro volta trovandosi liberi dall' ossigeno si combinano tra loro. L' ossigeno restato libero è respinto dal radicale acido, ambedue elettronegativi, mentre l'idrogeno positivo è attratto e opera la riduzione.

Quindi se nella decomposizione degli ossidi fa bisogno di energia elettrica, questa è fornita dal calore proveniente dall' elettricità avanzata nelle precedenti ossidazioni e idratazioni, trasformata in calore. Appunto sotto forma di calore può rimanere nell' ambiente, onde attendere e penetrare i corpi per decomporli, dopo ritornata come corrente.

Ma ciò si comprenderà meglio quando avremo dimostrato cosa sia il calore.

2. *Calore.* — Fin qui abbiamo considerato il fatto del passaggio della elettricità in forma di calore e di altre energie.

Adesso facciamo l' inversa, consideriamo il passaggio del calore in elettricità. Abbiamo diversi fatti che dimostrano questa trasformazione.

a) Abbiamo veduto che nella dissociazione idrolitica, in quella termica ed in ogni altra, gli ioni liberati assorbono calore dell' ambiente esterno e con questo formano la loro carica elettrica, che nel combinarsi poi emettono come corrente se vi sono le condizioni opportune, oppure se mancano queste emettono di nuovo come calore. Nella dissociazione e formazione di ioni, dunque il calore si trasforma in elettricità. Non fa bisogno di insistere su questo fatto molto importante e generale; è chiaro e incontestabile.

In generale si può ritenere che tutte le reazioni, che avvengono fra ioni, disponendo opportunamente l' esperienza, forniscono una corrente elettrica, come si dimostra coll'apparecchio di Lepke.

b) In natura non vi sono che le combustioni, le quali danno calore e luce provenienti dall' elettricità che primieramente si

svolge. Apparecchi elettrogenici naturali sono gli organismi viventi, i quali sono atti a trasformare alla loro superficie e nel loro interno tutte le forme di energia dell' ambiente in elettricità ; la quale allora compie le diverse funzioni e, producendo i fenomeni meccanici, fisici e chimici vitali, ritorna alle primitive forme di energia da cui derivò, principalmente in calore. In questi organismi ogni cellula costituisce una pila o un elemento elettrogenico : protoplasma negativo e nucleo positivo sono le due parti essenziali per produrre energia elettrica dalle energie dell'ambiente ; per cui l'uno non può fare a meno dell'altro e la loro coesistenza è necessaria in modo assoluto, perchè si scambino le correnti di energia protoplasmatiche, che costituiscono il principio della vita. L'elettricità in corrente, che nasce e si trasforma nelle funzioni, costituisce l'essenza della vita : ed essa, che nel suo insieme considerata costituisce l'anima, proviene dal calore.

Per molto tempo l'uomo ha ignorato il significato di apparecchio elettrogenico negli organismi viventi animali e vegetali. Fu Galvani che fece questa grandiosa ed immortale scoperta e che io, forte delle molte ricerche posteriori interpretandole nel loro vero significato, indiscutibilmente ho messo in evidenza nel mio libro *L' Organismo vivente e la sua anima.*

Occorreva inventare un apparecchio elettrogenico artificiale che, per quanto imperfetto, come cosa fatta dall' uomo , dimostrasse questa elettricità potersi generare dal calore e da altra energia. In seguito alla scoperta del Galvani, Volta inventa la sua pila. Epoca memorabile ed unica di un grande avvenimento per l' umanità e per la scienza! Premetto però, che ogni pila di qualunque genere non è che un meschino ed imperfetto apparecchio elettrogenico, appena paragonabile a quello perfettissimo naturale della cellula vivente.

Gli immensi studi di Elettrofisica e di Elettrochimica hanno avuto degli importantissimi ed inaspettati risultamenti, che io riassumo brevemente, i quali dimostrano che il calore dell' ambiente si trasforma in elettricità.

Tutte le pile di soluzione e di concentrazione hanno di comune, che l' energia elettrica fornita *non viene generata da energia chimica*, perchè in esse ha sempre luogo semplicemente un passaggio da una pressione alta ad un' altra inferiore e sia questo passaggio effettuato da un corpo gassoso o disciolto, la provvista di energia del corpo non varia. Nemmeno dall' energia interna (?) che non varia può dunque provenire il lavoro eseguito; esso proviene dal calore dell' ambiente. Per conseguenza *gli elementi galvanici suddetti non ci rappresentano che delle macchine, le quali trasformano il calore dell' ambiente in energia elettrica* (Le Blanc, Elettrochimica, 189).

Anche nelle termopile viene trasformato del calore in energia elettrica; la trasformazione avviene in seguito al determinarsi di una differenza di temperatura. Mentre nelle pile di concentrazione viene trasformato in energia elettrica il calore di temperatura costante. È noto che la turmalina col riscaldamento si elettrizza; così pure altri corpi: in essi il calore si trasforma in elettricità.

Nelle pile chimiche (come quella di Daniell) l'energia chimica viene trasformata in elettrica; ma noi abbiamo veduto che l'energia chimica è energia elettrica proveniente dal calore, che il ione zinco acquista disciogliendosi, perciò in fondo è la stessa cosa. Possiamo concepire questi elementi come macchine in cui tutta l'energia in esse immagazzinata può essere trasformata in energia elettrica.

Vi sono altre pile in cui una parte dell'energia è trasformata in elettrica, l' altra si manifesta come calore, a somiglianza degli organismi viventi (1).

Altre pile forniscono più energia elettrica di quanto consente la quantità di energia chimica, perchè oltre l' energia in esse accumulata, trasformano anche il calore dell' ambiente.

Insomma è da concludere che il calore si trasforma diret-

(1) A. Curci — *Meccanismo della termogenesi animale e natura della febbre* — Atti della Accademia Gioenia — Catania, Serie 4ª, Vol. XVIII.

tamente in elettricità, quando mediante opportune disposizioni questa possa farsi svolgere come corrente fuori del sistema, e ciò è ampiamente dimostrato dai diversi apparecchi elettromotori, che l' uomo abbia potuto inventare da Volta in poi.

c) Anche un altro fatto, abbastanza esteso, dimostra che il calore si trasforma in elettricità, e cioè quello che il calore, oltre il fornire la carica elettrica agli ioni, quando si trova in eccesso fa aumentare le valenze agli atomi.

Riferisco dapprima un po' di fatti bruti, di cui in Chimica ve ne sono numerosi.

Facendo arrivare una corrente di cloro nella calce o potassa a freddo, si forma ipoclorito (in cui il Cl è monovalente); invece nella calce riscaldata si formano, clorati e perclorati, in cui il Cl è polivalente sino a 7. Lo stesso fanno Br e I. Il calore ha fatto aumentare le valenze col fornire l' energia necessaria a formare le cariche elettriche. Facendo agire il fosforo sulla potassa a freddo si forma fosfina e ipofosfito; facendolo a caldo si formano fosfiti e fosfati.

L' acido ipofosforico si forma nell' ossidazione lenta del fosforo all' aria umida; bruciando il fosforo all' aria si ha l'anidride fosforica. Il protossido, P^4O, si ottiene trattando a temperatura ordinaria fosforo finamente diviso colla soluzione di alcali caustico in alcool acquoso; facendo ardere il fosforo in aria secca si forma anidride fosforosa, P^2O^3, e pentossido.

L' arsenico bruciato all' aria dà anidride arseniosa, e questa ossidata a caldo in una soluzione di acido nitrico dà l' acido arsenico.

Il pentasolfuro di arsenico, As^2S^5, si ottiene da una soluzione calda acidificata di acido arsenico, facendo passare una corrente di H^2S; in soluzione a freddo si ottiene trisolfuro As^2S^3.

Trattando con acido cloridrico concentrato l' ossido od il cloruro di antimonio si ottiene il tricloruro $SbCl^3$; scaldando l' antimonio in corrente di cloro si ottiene il pentacloruro $SbCl^5$, mentre a freddo si ottiene $SbCl^3$. Ossidando l' antimonio con

acido nitrico diluito si ottiene il triossido Sb^2O^3; scaldandolo con acido nitrico concentrato si ottiene l'acido antimonico H^3SbO^4.

Trattandone il tricloruro in fusione con un eccesso di cloro, si ha il pentacloruro. In questo caso nel tricloruro fuso, l'antimonio, stimolato dal cloro trova nell'eccessivo calore l'energia necessaria per formare altre due cariche elettriche positive. Si capisce che ciò non potrebbe avvenire senza la presenza di calore o di altra energia.

Sciogliendo il tellurio in acido nitrico si ottiene acido telluroso, fondendolo con carbonato sodico e salnitro si ottiene acido tellurico.

Il solfo bruciando all'aria produce SO^2; in queste condizioni sviluppa quattro cariche positive e non più; ma questo in presenza di ossigeno sotto l'azione catalitica di asbesto platinato o di ossido di ferro o di ossido cromico, dà SO^3 sviluppandosi altre due cariche positive, e sotto l'azione di scariche elettriche oscure si forma S^2O^7. L'azione catalitica o di contatto non è che un'azione meccanica, la quale sviluppa energia elettrica nei corpi, e perciò come le scariche elettriche stesse, modifica e aumenta la carica degli elementi, per cui questi non solo reagiscono facilmente tra loro, ma aumentano le valenze.

Nella soluzione di un elettrolita, la somma delle quantità di elettricità negativa deve essere eguale a quella delle cariche positive, poichè la soluzione si comporta come elettricamente neutra. In una soluzione di acido cloridrico la carica positiva degli ioni H' deve perciò essere identica a quella negativa degli ioni Cl' e siccome sono presenti numeri eguali dei due ioni, ognuno di essi deve possedere una carica eguale, differente solo per segno. In una soluzione di acido solforico invece i due ioni H' debbono possedere complessivamente tanta elettricità positiva quanta negativa ne possiede un ione $SO^{4''}$; il quale si dice bivalente rispetto all'idrogeno. In questo ione complesso restano libere due valenze dell'ossigeno e perciò due cariche negative. Le valenze del solfo sono neutralizzate da 6 di ossigeno. Cosic-

chè nelle molecole complesse, mentre si neutralizzano le diverse cariche degli atomi componenti, si ha una risultante, in cui ogni molecola rappresenta un sistema polarizzato, con un lato negativo ed uno positivo. E quando si trova una molecola in presenza di un altra molecola od elemento, si scambia un gruppo od un elemento che sia più forte del sostituito, cioè elettricamente più positivo o più negativo. Da ciò risulta la varietà immensa delle reazioni a seconda gli elementi e le condizioni fisiche con o senza l' apparente intervento di un' altra energia elettrica, termica, luminosa, meccanica, la quale è sempre elettrizzante, modificando la carica preesistente e favorendo la reazione.

La valenza dello stesso elemento può essere diversa secondo la natura degli elementi monovalenti, coi quali esso è combinato. P. e. SH^2, SCl^4, SFl^6, in cui il solfo è bivalente, tetravalente ed esavalente. Il solfo in questi casi rispettivamente allo idrogeno è elettronegativo e contiene due cariche, rispetto al cloro funziona da elettropositivo e sviluppa 4 cariche, rispetto al fluoro sviluppa 6 cariche positive. I più forti negativi tolgono più elettroni ai meno forti, i quali diventano positivi, e sviluppano corrispondenti valenze con le relative cariche.

Gli alogeni rispetto all' idrogeno e metalli sono monovalenti, perchè questi forti elettropositivi neutralizzano elettricità negativa, e così non permettono che si formino ulteriori cariche negative e che si aumentino le valenze; si capisce quindi che al contrario rispetto all' ossigeno ed altri elementi metalloidici, i detti alogeni sieno polivalenti. Il iodo col cloro forma ICl^3 e col fluore IFl^5; essendo il iodo elettronegativo, per funzionare da positivo e combinarsi nei due composti notati, ha bisogno di subire l' influenza stimolante di una forte massa negativa, la quale sviluppa la relativa carica positiva, onde ne avvenga la combinazione. Perciò l' iodo col cloro è trivalente e col fluore più forte è pentavalente.

Gli elementi i più elettropositivi, neutralizzando energia,

riducono i metalloidi a monovalenti, i meno elettropositivi invece diventano più polivalenti a misura che cresce il carattere metalloidico e la carica elettrica negativa. I forti elettronegativi hanno il potere di sviluppare un maggior numero di valenze negli elementi e fare funzionare da elettropositivi i deboli metalloidici o elettronegativi; ma ciò in presenza di calore necessario per formare la carica.

Perciò l'elettronegatività e la massa servono a stimolare, col concorso però del calore, lo sviluppo di altre valenze e di altrettante cariche elettriche. Ad onta della massa dello elemento stimolante, la polivalenza non si sviluppa senza la presenza del calore, che fornisca l'energia necessaria per la carica di ogni valenza. Quando l'ossigeno o un alogeno agisce su di un elemento meno elettronegativo stimola la prima valenza, la cui carica elettrica è fornita dal calore ambiente; e in tal caso quando il calore è in eccesso, sviluppata una prima valenza, favorisce lo sviluppo di altre consecutive, alle quali fornisce l'energia per le relative cariche elettriche, e quindi provoca la formazione di composti ad alte valenze; e allorquando è deficiente, non si possono sviluppare le valenze perchè, mancando l'energia, non si possono formare altre cariche elettriche, e valenze vuote di energia non sono possibili; così si hanno composti a valenze basse.

Dunque ad elevata temperatura aumenta il numero delle valenze. Ogni valenza ha una carica elettrica di 96540 Coulomb, vale dire coll'aumentare le valenze aumentano tante cariche elettriche, e l'elemento per soddisfarsi ha bisogno di altrettanti atomi, e queste cariche, nelle condizioni ordinarie, non possono essere fornite che dal calore. Perciò che per ottenere composti superiori ci vuole la presenza di molto calore, senza del quale l'ossigeno o l'alogeno, anche in grande massa, non può fare sviluppare le altre valenze, per le quali ci vuole energia. Quindi è da concludere, che mentre la valenza è una funzione elettrica, il calore si trasforma in elettricità, la quale deve costituire la carica per ogni valenza.

Vale a dire che formatasi la prima carica, il calore essendovi in eccesso forma di sè stesso altre cariche per altre valenze, stimolate o provocate dall'azione della massa dell'elemento elettronegativo.

È infine da notare, che il calore nell'aumentare il numero delle cariche o le valenze tende a rendere gli ossidi più elettronegativi, meno basici e più acidi. Gli ossidi monovalenti sono più basici, la basicità diminuisce nei bi e trivalenti e diventa acida nei plurivalenti superiori. Sono numerosi i fatti che dimostrano lo esposto enunciato, sia guardando gli elementi secondo la Legge periodica, sia guardandoli individualmente. P. e. abbiamo l'ossido ferroso, l'ossido ferrico e l'acido ferrico; l'ossido manganoso, l'ossido manganico, l'acido manganico e l'acido ipermanganico; gli ossidi di cromo e gli acidi cromici ecc:. Anche nei composti alogenati si osserva lo stesso fatto.

Se il calore da una parte fornisce l'elettricità per le cariche delle valenze, e dall'altra in proporzione del numero delle valenze, i composti sono meno basici e più acidi, formando ioni elettronegativi, vale a dire che l'elettricità da esso fornita è elettricità negativa. Difatti è provato per altra via che esso elettrizza negativamente i corpi che riscalda. Vale a dire inoltre che il calore stesso è una forma di elettricità negativa, cioè è costituito da elettroni in uno stato speciale di tensione, atti a penetrare i corpi tutti, siano buoni o cattivi conduttori della corrente elettrica. Perciò il calore si può chiamare elettricità termica. Esso penetra direttamente in linea retta qualunque corpo più o meno lentamente di strato in strato, senza bisogno di conduzione; per la via che entra per la stessa ne esce; se occorre vi resta accumulato per lungo tempo.

Stabilito ciò, è facile comprendere perchè il calore opera la dilatazione dei corpi e la scissione delle molecole in ioni liberi, carichi di elettricità.

Nelle molecole gli ioni combinati sono scarichi di elettricità; ma le molecole sebbene siano elettricamente neutre, possiedono

alla superficie un'atmosfera di energìa in equilibrio polarizzata, in virtù della quale si attraggono e si tengono unite, cioè ubbidiscono così alle forze di coesione e di adesione, le quali non sono che forme dell'attrazione elettromagnetica. Vale a dire ogni molecola, sebbene non ionizzata, ha un polo negativo ed uno positivo, per cui tutte si attraggono e si dispongono in modo speciale geometrico nei cristalli. Perciò in fondo anche la cristallizzazione è una funzione elettrica. Perciò qualunque massa più o meno grande di molecole possiede la forza di attrazione in ragione di essa.

Abbiamo così un corpo solido. Facendo agire su questo corpo solido del calore, il quale è elettricità negativa in tensione speciale, il calore vi penetra, elettrizza le molecole, si capisce negativamente, facendo scomparire la polarità e uniformando la carica e la tensione. Le molecole allora elettrizzate omogeneamente si respingono, si allontanano sempre più in proporzione del calore che vi penetra fra di esse, (il corpo si dilata) si rendono mobili (il corpo fonde) infine si separano (il corpo evapora). Nella separazione prendono una certa quantità di calore, il quale vi rimane aderente ad esse come carica elettrica polarizzata, prevalendo or la tensione positiva ora la negativa secondo i casi. Le molecole aeriformi si respingono ed acquistano una forza di espansione, atta a trasformarsi in azione meccanica, tanto più quanto più calore o elettricità termica vi si comunica.

Proseguendo il riscaldamento, anche le molecole si scompongono, cioè gli atomi che costituivano la molecola, si separano e allora si formano gli ioni atomici, e quella loro carica elettrica fornita dal calore si divide in positiva per gli ioni metallici, in negativa per gli ioni metalloidici nell'atto della scissione. Gli è perciò che nella fusione e nella evaporazione vi è assorbimento di energia e non vi è sviluppo di elettricità. Questa si sviluppa bensì come corrente o come calore quando il corpo passa da aeriforme a liquido e da liquido a solido, ritornando allo stato primiero, perchè allora si libera dell'energia.

Come nella evaporazione, avviene nelle soluzioni, cioè il corpo che vi si scioglie si evapora nel liquido e assorbe calore. Le molecole si scindono in ioni carichi di elettricità negativa e in ioni carichi di elettricità positiva; nell' acqua specialmente avviene questa dissociazione idrolitica in tanto maggiore quantità quanto più diluita la soluzione o meglio quanto più solvente si adopera finchè vi è sostanza da ionizzarsi; come pure avviene con maggiore rapidità quando più calore è presente nell' ambiente liquido, come quello che fornisce l' energia necessaria a ciò l' atomo ione staccato ne acquisti la carica, senza della quale non può staccarsi nè esistere libero.

Dunque il calore è una forma di elettricità negativa in tensione, in aspettativa, mentre l' elettricità è energia in lavoro; tutte le volte che l'elettricità si svolge, se non può compiere un lavoro o neutralizzarsi, e mettersi in equilibrio, si trasforma in calore, il quale nel mondo forma il deposito dell' energia, immagazzinata da per tutto nello ambiente, per servire, quando occorre, a fornire quella energia elettrica, la quale deve eseguire un dato lavoro.

La vita nel mondo e tutti i fenomeni della natura consistono nella vicendevole e alterna trasformazione dell' elettricità in movimento, in luce ed in calore; e di questi in elettricità.

L' elettricità negativa e positiva sono la stessa cosa, ma contrarie, a somiglianza di una forma e del relativo oggetto, come in una fotografia abbiamo la negativa e la positiva, dove ciò che è nero in uno è bianco nell' altro, dove è di più o rilevato in uno e meno o rientrante nell' altro.

La forma e l'immagine, la negativa e la positiva, applicati l' una sull' altra, si neutralizzano, si annullano scambievolmente; s' intende in apparenza; giacchè separati acquistano un potere che l' una genera l' altra.

La sostanza assume la forma e la forma rappresenta la sostanza. Così è l' elettricità positiva e negativa; separate, quella rappresenta la mancanza e questa la esistenza; così il corpo caldo

contiene elettroni accumulati e condensati, il freddo ne è privo. Messi insieme tutto si equilibra e in apparenza non si ha nè elettricità, nè calore. Questo è lo stato di riposo o neutro della energia.

Quando le elettricità, negativa e positiva, s'incontrano subiscono come una scossa, danno luogo alla scintilla elettrica cioè a formazione di luce e si neutralizzano, cioè si mettono in equilibrio e scompare dell' energia elettrica e termica; si ha abbassamento di temperatura e assenza di stato elettrico. Forza senza materia non può lavorare, non può manifestarsi, nè neutralizzarsi; perciò è lo stesso dire che due corpi elettrizzati oppostamente (come p. e. fra due nubi o fra una nube e una montagna) cioè uno carico di elettroni, l' altro privo affatto, se s' incontrano e vengono a opportuna vicinanza, si forma una scarica tra essi e si ha un equilibrio di energia; chi ne ha di più ne cede a chi ne ha di meno.

In quell' istante si forma una scintilla (lampo, fulmine e tuono) si neutralizza dell' energia e si ha assorbimento di calore con raffreddamento dell' ambiente circostante. Si condensa del vapore e si ha la pioggia con o senza grandine o caduta di neve. Chi non ha osservato che tutte le volte che scoppia il tuono si ha un aumento di pioggia e diminuzione negl'intervalli? Molte volte accade di vedere, specialmente in estate, che dopo alcune giornate di forte caldo, nella sera appariscono nell'orizzonte alcune nubi elettrizzate, nella notte si scambiano le cariche elettriche, coi relativi lampi, il giorno dopo la temperatura è molto abbassata, il cielo è nuvoloso e anche piovoso.

I raggi solari, costituiti di elettroni negativi, nell'atmosfera si trasformano in calore e luce, determinano la evaporazione dell' acqua, il cui vapore, nel separarsi dalla terra o dai sali che tiene sciolti, si elettrizza positivamente e sale nell'aria. I raggi solari ionizzano il vapore acquoso ed ossigeno nell' atmosfera, in cui si stabilisce una forte tensione con aumento della pressione barometrica. In questa ionizzazione vi è assorbimento di calore e così fa bel tempo relativamente fresco.

In un dato spazio non si può contenere una maggiore quantità di ioni, perciò ad un dato punto la ionizzazione si diminuisce e si arresta, e siccome continua la evaporazione dalla superficie della terra e del mare, così, contemporaneamente aumenta la quantità del vapore acquoso, fino a che l' atmosfera si satura. Allora gli ioni soffrono una pressione, si ricompongono e si ha emissione di calore e di elettricità con formazione di vapore e di nebbia e abbassamento della pressione barometrica; allora fa tempo umido e caldo.

Mi spiego:

Allora le ionizzate molecole acquose non hanno spazio sufficiente per tenersi a distanza, sono come compresse, si mettono in contatto, emettono energia di cui sono cariche, in parte sotto forma di calore; allora si formano le nubi, mentre la temperatura atmosferica aumenta e si hanno le giornate calde afose, in seguito a quelle fresche e splendide.

Se si formano nubi oppostamente elettrizzate, allora si hanno le scariche, la neutralizzazione dell'elettricità, l' abbassamento della temperatura e la condensazione dei vapori acquosi in acqua o in neve come abbiamo detto.

Le meteore e le aurore sono pure effetti di elettricità. Quando si stabiliscono le correnti aeree fra poli ed equatore, si ha una corrente in alto dall' equatore al polo, ed una in basso dal polo all' equatore.

Le correnti equatoriali sono cariche di vapore elettrizzato e quando arrivano ai poli, scaricano la loro elettricità con quella contraria, donde le meravigliose aurore boreali e le tempeste polari.

Ho parlato di ciò per dimostrare che quando una corrente elettrica è immessa in un conduttore compie un lavoro, è in attività, allora può produrre azioni meccaniche, azioni fisiche ed azioni chimiche, subendo le relative trasformazioni; quando questa corrente può neutralizzarsi si mette in equilibrio, dell' energia si rende latente e si ha abbassamento di temperatura; e quando incontra resistenza senza potersi neutralizzare o mettersi in equi-

librio con quella contraria, si trasforma in calore e luce. Quindi il calore è elettricità negativa, non neutralizzata, non in riposo, ma in forzata coatta inerzia, è in tensione.

Un corpo incandescente è un corpo che emette elettroni negativi, parte sotto forma di luce, cioè dotati d'immensa forza espansiva e parte come calore, cioè condensati, penetranti e poco radianti, e parte come ondulazioni elettromagnetiche e come raggi dotati di azione chimica ecc., e tutti più o meno ionizzanti. Il semplice riscaldamento, spinto più o meno, produce pure la ionizzazione di un gas. Tale è il caso delle fiamme e dei corpi arroventati. L'energia di ionizzazione è allora fornita sotto forma di energia termica.

Visto cosa sia il calore, si comprende il meccanismo degli effetti di esso sugli organismi viventi, sia quando manca come nell'inverno, sia quando è in aumento come in primavera ed in estate.

Gli organismi viventi, dai microbi all'uomo, sotto l'influenza del calore, ad una data temperatura speciale a ciascuno, si elettrizzano, e quel calore interno costituisce ed è la manifestazione esterna del potenziale elettromagnetico, per il quale le molecole componenti i protoplasmi e quindi le cellule, le quali sono altrettante pile elettrogeniche, acquistano eccitabilità ed energia, la quale però è elettricità. Con ciò ogni cellula si mette in attività, si desta alla vita. Allora sente le attrazioni e le ripulsioni, cioè tropismo positivo e negativo con altri corpi e con altre energie dell'ambiente, si stabiliscono correnti interne e scambio con quelle esterne; si formano dapertutto sistemi elettrogenici, correnti che operano fenomeni meccanici, fisici e chimici; scambio di materia; decomposizioni e composizioni; ossidazioni e riduzioni; organizzazioni e disorganizzazioni; morti e rinascimenti; vita e morte; insomma sviluppo di elettricità in lavoro, di energia attiva, viva. (1)

(1) V. L'Organismo vivente e la sua anima.

Ogni corpo, come ogni cellula ed ogni organismo vivente quando è caldo è elettrizzato, perciò allora è eccitabile e vivo, atto a muoversi e a trasformarsi, attrarsi o respingersi con un altro, produrre e scambiare energia, attrarre materia, crescere e moltiplicarsi.

Perciò pare che tutto faccia il calore; pare giusto il dire che dove vi è calore c'è vita. È giusto ciò, quando però si consideri che dove v'è calore vi è sviluppo di elettricità e che, il corpo caldo è corpo elettrizzato. Ciò viene dimostrato dal fatto, che un corpo qualunque vivo o non, sottoposto ad un agente elettrizzante meccanico, fisico o chimico, quando è saturato di elettricità potenziale e che la elettricità sviluppata è superiore alla sua capacità elettrica o termica o, ciò che è lo stesso, alla sua capacità per il calore latente, si riscalda; perchè la esuberante elettricità si trasforma in calore. Perciò è da concludere che il corpo caldo è corpo elettrizzato e che allora è più sensibile e più eccitabile. Quando il riscaldamento è oltre un certo limite per intensità e per durata, il corpo s' infiamma: così avviene il processo infiammatorio in un tessuto vivente (1).

Il calore è l'energia in forzata inazione, è il generatore dell'energia attiva, l'elettricità, è la forza depositata e presente dapertutto per servire a fornire la essenza necessaria, di cui formare le cariche elettriche negli ioni e nelle molecole, in virtù delle quali avvengono le trasformazioni della materia e le manifestazioni dei fenomeni della natura e della vita. Ma l' elettricità è quella che direttamente opera ogni fenomeno, trasformandosi alla sua volta in quelle energie donde ebbe origine. Perciò il calore rende elettrizzabile ed elettrizza ogni corpo, specialmente ogni organismo vivente, dai microbi all' uomo; perciò pare che esso sia l'energia vitale, ma non è. Esso è forma di passaggio, iniziale, *la materia prima*, ed è avvertito solamente dai nervi termoestesici.

(1) CURCI — *Sul Meccanismo dell' infiammazione* — Gazzetta degli Ospedali ecc. N. 112, Milano, 1904.

i quali lo trasformano in corrente elettrica, quella che dà la sensazione psichica del caldo e che eccita ogni protoplasma e anche contribuisce all'accumulo del potenziale vitale. Esso, trasformandosi in elettricità o derivando da questa, compie indirettamente tutti i fenomeni della natura.

È proprio il caso di dire essere e non essere. Quando un organismo è freddo, non è elettrizzato, non ha potenziale, perciò non è eccitabile.

Quando manca il calore, come quando il Sole manda raggi obliqui, vengono sottratti gli elettroni alla materia, l'energia agli atomi ed alle molecole, i quali e le quali si stringono sempre più l'un l'altro e s'immobilizzano, sono senza energia, non sono elettrizzabili; cascano in inerzia, in assiderazione, in morte; la vita si arresta. Dall'equatore ai poli si osservano tutte le gradazioni di passaggio tra questi due fatti estremi.

Sicchè per ogni pianeta, il suo Sole è la sorgente principale dell'energia almeno in apparenza, e noi non sappiamo se gli astri solari ricevano energia da altra sorgente a noi ignota, oppure l'abbiano in sè, come costituiti da materia scissa e ionizzata o cioè da ioni carichi di elettricità, i quali in continua condensazione e combinazione emettono elettroni irradianti nello spazio dell'etere cosmico. Questi incontrando i pianeti, ivi penetrano l'atmosfera e colpiscono la superficie terraquea: incontrano resistenza nell'azoto e nell'ossigeno, i quali sono elettronegativi, si trasformano in calore e luce, che dalla crosta terrestre sono assorbiti e trasformati, mentre una parte di questo calore e luce dagli organismi viventi è trasformata in elettricità attiva, (1) la quale ritorna ad essere emessa come calore, e così tutto infine nella terra si disperde come correnti magnetiche

(1) Nella clorofilla e altri pigmenti, e nei diversi organi di senso e parti dell'organismo tutte le forme di energia dell'ambiente, prodotte dai raggi solari, si trasformano in correnti elettriche, le quali compiono le diverse funzioni vitali e mettono in attività gli organi adatti.

terrestri (1). Durante la notte avviene neutralizzazione ed irradiazione di energia e perciò abbassamento di temperatura.

Che la produzione del calore e della luce avvenga nell'atmosfera del pianeta, e non nel Sole stesso, sarebbe provato dal fatto che vi è più calore e luce alla superficie del pianeta e meno nelle alte regioni atmosferiche, dove ad una certa altezza vi è invece freddo e tenebre; (2) (dovrebbe essere il contrario). Così pure quanto più i raggi sono perpendicolari alla superficie della terra, colla quale faccia angolo retto, tanto più vi è calore e luce, mentre ve n'è meno in ragione della obliquità. Quando i raggi sono perpendicolari incontrano più resistenza; quando sono obliqui meno resistenza, perchè sfuggono strisciando e vi è meno azione meccanica.

Perciò nelle regioni tropicali fa più caldo, che nelle polari.

La distanza tra le diverse regioni della terra ed il Sole non ha alcuna influenza; essa è troppo piccola.

3. Luce. — La luce è una particolare forma di energia, la

---

(1) Nella terra si possono formare come dei nodi carichi di elettricità statica, la quale arrivata ad una certa tensione produce le scosse del terremoto.

(2) Il Direttore dell' Osservatorio Geofisico di Pavia ha comunicato nel 1905 che avendo lanciato dei palloni sonda, da un sommario esame del diagramma ottenuto sull'apparecchio registratore risultò, che i palloni avevano raggiunto una altezza di 11,000 metri, trovandovi una temperatura di 65 centigradi sotto zero.

Inoltre si dimostra la genesi locale del calore dal fatto che da un giorno all'altro, come anche nello stesso giorno si ha diverso grado di temperatura nelle diverse città.

Ed ecco un esempio:

Roma 9 Agosto 1905, ore 15—V.) Massa 31.2, Alessandria 30.6, Novara 32, Pavia 31.6, Milano 31.3, Brescia 32.5, Cremona, 31.2, Mantova 32.8, Verona 32.4, Udine 30.1, Treviso 32.8, Venezia 30.6, Padova 31.3, Rovigo 34, Reggio Emilia 32, Modena 31.1, Ferrara 31.9, Bologna 32.9, Ravenna 30.5, Forlì 32.8, Pesaro 34.4, Ancona 35.2, Urbino 31.9, Macerata 33.5, Ascoli Piceno 35.5, Perugia 32.5, Camerino 31.8, Lucca 30.1, Livorno 30,5, Firenze 31.3, Arezzo 33.4, Siena 31, Grosseto 35.1, Roma 34.3, Teramo 35.8, Chieti 34.6, Foggia 37, Bari 34.2, Lecce 34, Caserta 34, Napoli 31.1, Benevento 32.5, Cosenza 34, Reggio Calabria 32, Trapani 30.1, Palermo 33.8, Messina 33.2, Catania 32.1, Siracusa 33.6, Cagliari 34, Taranto 34.3, Civitavecchia 35.

Questo prova che il calore si produce localmente a seconda la densità dell' aria, pressione barometrica, umidità, vento, separazione e congiunzione di ioni, produzione o neutralizzazione di elettricità, etc.

quale, proveniente dal Sole come raggi rettilinei, quando colpisce l'atmosfera e la superficie terrestre si trasforma in oscillazioni elittiche somiglianti a quelle del pendolo; tali raggi di vibrazioni vengono riflessi dal corpo colpito e sono percepiti dagli organi visivi nei quali si forma l'immagine dell'oggetto. Questi raggi, detti luminosi, in ogni pigmento e specialmente nella clorotilla e negli organi della vista, come sulla lastra fotografica, sono trasformati in corrente elettrica, la quale nelle piante produce la elettrolisi dell'acqua e delle sostanze ossigenate, da cui si sprigiona ossigeno e si formano le sostanze idrocarbonate semplici ed ammidate; e negli organi visivi degli animali, detta corrente, presa dalle espansioni della retina, per il nervo ottico va a fare capo ai centri nervosi, dove produce la sensazione visiva psichica. Che sia così è dimostrato col galvanometro, il quale fa vedere che quando penetra nell'occhio un fascio di luce, si sviluppa una corrente nei centri cerebrali corrispondenti. Così che negli organismi viventi i raggi luminosi, da oscillazioni trasversali passano a corrente elettrica, a somiglianza del calore, che pure alla sua volta si trasforma in corrente elettrica nei nervi termoestesici, la quale nei centri dà la sensazione di caldo. Per ogni forma di energia vi è negli organismi un organo speciale, gusto, olfatto, udito, tatto, il quale la trasforma in corrente elettrica.

La corrente elettrica, la quale negli organi visivi è prodotta dalla luce, non solamente produce la sensazione psichica, ma anche, riflessa dal sistema nervoso, diventa corrente elettrolitica, la quale eccita il ricambio materiale. Fu dimostrato da Moleschott e da altri che la luce, per mezzo degli organi visivi, fa aumentare l'esalazione dell'acido carbonico, e poi tutti sappiamo che alla luce ci sentiamo più eccitati, più energici, più caldi, più vivi, più allegri, più felici.

Ma in questi ultimi anni in Fisica è stato dimostrato che la luce è dovuta ad elettroni, diffondendosi con grande rapidità, i quali quando colpiscono un corpo acquistano un moto vibratorio elittico e si riflettono, perciò a noi è possibile vedere il corpo,

col quale i nostri organi visivi sono in relazione mediante tali raggi. Oggi dopo molti studi si ammette che le onde luminose sono onde elettromagnetiche. (1) Perciò non è più da rifiutare nè da sembrare strana la mia teoria, d'altronde dimostrata dal galvanometro, che la luce nei pigmenti e negli organi visivi si trasforma in corrente elettrica, essendo già costituita da elettroni o forma irradiante di elettricitá. Come le cariche elettriche degli ioni in una pila si scaricano sugli elettrodi e generano la corrente, così le onde luminose o elettroni diffusibili si scaricano nei pigmenti, si modificano e generano la corrente, la quale è presa dalle espansioni del nervo ottico o dai granuli dei protoplasmi negli organismi inferiori, formando una sorgente di energia vitale. Dunque la luce genera elettricità in corrente ed è forma di elettricità. Richiamo l'attenzione sopra questo argomento fisiologico da aggiungersi a quelli fisici.

Inoltre la luce fu già dimostrata da Melloni e da altri essere identica al calore; calore e luce si accompagnano sempre; noi abbiamo sopra dimostrato che il calore è una forma di elettricità costituita da elettroni condensati; dunque calore e luce sono forme o stati della stessa energia, che noi conosciamo sotto la denominazione di elettricità.

I fenomeni meravigliosi, attribuiti ai raggi catodici, sono prodotti dai raggi rettilinei, che partono dal catodo, in aria rarefatta, i quali sono dotati della proprietà di riscaldare i corpi da essi colpiti, spesso ancora di renderli luminosi, di dare origine col loro urto su di un corpo (anticatodo) a nuovi raggi di altra natura, che sono poi i famosi raggi del Röntgen, e infine di rendere conduttore il gas entro il quale si propagano.

Oltre tali effetti viene ammesso generalmente, che i raggi catodici possano, urtando corpi leggieri e mobilissimi metterli in moto, che A. Righi crede avere dimostrato, che tale effetto meccanico dei raggi catodici sia un effetto secondario almeno

(1) A. RIGHI. — *L' Ottica delle oscillazioni elettriche* — Bologna 1897 — IDEM *La moderna teoria dei fenomeni fisici* — Bologna 1901.

in massima parte del riscaldamento da essi prodotto. (*Il moto degli ioni nelle scariche elettriche.* Bologna Ditta W. Zanichelli, 1903).

Quindi i raggi catodici sono ad un tempo elettroni, i quali prendono forma di elettricità, di calore e di luce.

I raggi catodici sono deviati da una calamita e perciò sono elettromagnetici e, dall' accurato studio che è stato fatto d' un tale fenomeno, si è dedotto, che essi si comportano come fossero costituiti da corpuscoli elettrizzati negativamente e dotati di grandissima velocità e cioè di elettroni negativi liberi.

È noto, che i fenomeni della luce e del calore raggiante possono considerarsi come fenomeni elettromagnetici, e che dalle equazioni del campo elettromagnetico possono desumersi quelle che rappresentano la propagazione delle onde luminose (Righi).

Lorentz ha supposto che agli atomi della materia siano congiunte delle particelle elettrizzate o tutte positivamente o tutte negativamente, le quali prendano parte per via di assorbimento o di emissione al fenomeno elettromagnetico. In particolare la emissione della luce sarebbe dovuta a quelle particelle, le quali perchè elettrizzate, generano vibrando quelle onde elettromagnetiche che chiamiamo onde luminose. Zeemann, con lo studio delle radiazioni di un gas luminoso, le quali si modificano sotto l' azione di un forte campo magnetico, in cui ogni riga dello spettro di emissione è sostituita da un gruppo di righe nuove, ha dato dimostrazione e conferma di questa teoria.

Con ulteriori studi di questo fenomeno si è riconosciuto, che nelle righe nuove sdoppiate, la luce è polarizzata e si è giunti a dovere ammettere, che le particelle vibranti abbiano carica negativa, e che le particelle, le quali prendono parte colle loro vibrazioni ai fenomeni luminosi propagati dall' etere, altro non sieno che gli elettroni negativi, che già i raggi catodici ci avevano fatto conoscere.

I raggi X sono ionizzatori, producono fenomeni chimici come ogni corrente elettrica, sono penetranti in linea retta anche attraverso cattivi elettroconduttori, a somiglianza del calore.

Essi sono originati dai raggi catodici e questi da elettroni negativi e cioè da elettricità.

Anche le altre radiazioni sono derivanti da elettricità trasformata, onde è sempre una quella energia, la quale prende i diversi aspetti ed acquista delle proprietà, per le quali si distinguono le diverse forme sensibili ai nostri sensi e ai nostri apparecchi. (1) In modo che le forme sono diverse ma la sostanza o l' essenza dell' energia è una.

Da quanto abbiamo esposto risulta una conseguenza assai importante, cioè quella che i raggi catodici sono ad un tempo irradiazioni elettriche (elettroni), calore e luce, vale a dire sono costituiti da energia, la quale facilmente assume le tre forme principali di elettricità, di calore e di luce, oltre alle forme secondarie. Presumo quindi di avere dimostrato l'unità dell'energia.

4. *Energia Chimica.* — Ora che abbiamo veduto quali sono le forme principali ed essenziali dell'energia e quali le sue trasformazioni, possiamo comprendere appieno il valore della supposta energia chimica.

Sono stati i Biologi e Fisiologi, i primi a commettere questo errore i quali, dominati dal più cieco materialismo chimico si sono formati una idea confusa e fantastica che la vita e ogni fenomeno vitale, (funzioni) fossero effetto di reazione chimica e manifestazione o lavoro di energia chimica senza sapere cosa sia. E da ciò ne è seguito la ipotesi, generalmente accetta come verità fondamentale, che in ogni funzione vitale, vi sia in origine una reazione chimica, e da questa si svolga l' energia detta chimica, la quale generi le altre energie per la esplicazione delle funzioni o dei fenomeni vitali e che quindi è ritenuta come la sorgente principale, anzi la madre delle altre energie: energia vitale, elettrica, termica, luminosa ecc.

Così il pensiero, un atto riflesso, la contrazione muscolare non sarebbero che effetto di una reazione chimica.

---

(1) È molto probabile che vi sieno nel mondo irradiazioni ancora ignote.

Questa opinione comune è completamente erronea e falsa, come risulta dal nostro studio precedente; ed anche senza di questo, basterebbe domandare a questi Signori: quale sarebbe la causa prima che determinerebbe la reazione chimica generatrice del pensiero, dell'atto riflesso, della contrazione muscolare, della sensazione ecc.? Lo stimolo, si risponderebbe, determinerebbe la reazione chimica nelle cellule e da ciò l'esplosione dell'energia. Ma noi rispondiamo e dimostriamo che lo stimolo sviluppa l'energia immediatamente senza l'intermezzo della reazione chimica, come tutta la Fisica sperimentale e la Elettrofisiologia e la stessa Fisiologia generale dimostrano ampiamente ed all'evidenza.

Ma da quanto abbiamo sopradetto, l'energia che si sviluppa in una reazione chimica, è nel primo istante elettrica, la quale, a seconda le condizioni materiali del posto dove avviene la reazione, si svolge in tutto o in parte come corrente, come calore e come luce. Questa energia elettrica proviene dalla carica degli ioni, che questi acquistano, allorchè si formano, dal calore ambiente e non da una energia accumulata nelle molecole composte, le quali, quando si formano, come sappiamo dalla congiunzione degli ioni, sviluppano come elettricità o calore e luce l'energia portata da essi. Perciò questa elettricità non proviene da energia accumulata nei composti, come s'è supposto, i quali ne sono senza. I composti sono senza energia interna, perchè quando si formano perdono quell'energia portata dagli ioni, e contrariamente alla ipotesi dell'energia chimica, quando vi è separazione di ioni o scissione di molecole vi è assorbimento di energia, ma quando vi è combinazione di ioni e formazione di molecole, vi è emissione di energia; la quale è elettrica nel primo istante, cioè è fisica, non chimica e non proviene dalla non esistente energia interna, ma da quella esterna acquistata nel momento della scissione.

In molte o quasi tutte le reazioni chimiche, precede prima la scissione e la formazione degli ioni, i quali prendono dal calore ambiente tante cariche elettriche quante valenze hanno, e

poi a questa segue immediatamente lo scambio degli ioni e la loro combinazione con lo svolgimento all' esterno della carica acquistata nella scissione.

Quando gl' ioni nella combinazione sviluppano meno calore di quanto ne assorbono nella scissione, si hanno le reazioni endotermiche, come nella formazione delle sostanze organiche.

Si vede chiaro che in una reazione chimica non si manifesta nessuna energia interna accumulata precedentemente nel composto.

Riferiamo un esempio concreto. Nella molecola albumina o in generale organica, si suppone accumulata l'energia del Sole, che si svolge nella cellula nell' atto della funzione, la quale seguirebbe all' ossidazione della molecola organica. Questo è il principio falso comune; falso perchè non è così il vero processo; che invece è il seguente:

La molecola organica è atta ad ossidarsi perciò può coll'ossidazione svolgere l' energia che gli atomi componenti acquistano nello scindersi; cioè: le molecole organiche non hanno energia interna al pari delle altre ma in presenza di alcali minerale, che le rende conduttrici, sono attraversate dall'energia elettrica, che si svolge dalle cellule e sotto la cui influenza si scindono; allora si formano ioni che assorbono energia dell' ambiente, ioni sempre più semplici, fino agli atomi del C, H, S, Az. Questi ioni hanno valenze libere con cariche elettriche relative, e perciò avidi di combinarsi con ioni con cariche opposte e contrarie, e siccome l'ossigeno si trova sempre presente, si combina ad essi, e si ha così l'ossidazione della molecola organica. L'ossidazione ed ogni altra combinazione di ioni contrarî sviluppa enorme quantità di energia elettrica, la quale si accumula nei protoplasmi dell' organismo vivente, specialmente in quello nervoso, e serve a svolgersi per compiere le funzioni, allorchè uno stimolo meccanico, fisico o chimico ne provoca lo sviluppo di essa nell' organo senza bisogno di una previa reazione chimica.

Quindi non è l' energia chimica non esistente nei composti

quella che genera le energie e che produce i fenomeni vitali. Ci vuole sempre una energia precedente esterna per fare sorgere una reazione chimica, ed è in questa circostanza che si manifesta l'energia assorbita dagli ioni e che, quando è resa manifesta, vi resta come calore nell'ambiente esterno o come potenziale elettrico vitale nei protoplasmi viventi, per poi, ad altra prossima occasione, servire a formare la carica e a scindere altre molecole e ritornare a manifestarsi per compiere un lavoro od una nuova reazione chimica.

Queste sono le trasformazioni che l'energia universale subisce nella sua eterna circolazione o nel suo moto perpetuo, in ogni organismo vivente e in tutta la natura. Nell'ambiente se una reazione chimica avviene fuori l'influenza di un protoplasma vivente, viene prima provocata da una energia; e poi la elettricità svoltasi non trovando conduttori o se non può compiere un lavoro si trasforma in calore. In tutti i casi mai si svolge energia chimica, la cui esistenza diviene inammissibile dopo gli studi splendidi della Fisico-chimica moderna.

Fu chiamata affinità quella forza che fa combinare gli elementi fra loro, e siccome la combinazione avviene fra elementi con carica elettrica contraria, così essa non è che effetto meccanico dell'attrazione della materia, e questa alla sua volta è effetto della carica elettrica. Perciò anche nella suddetta proprietà, che è un pernio della Chimica, la supposta energia chimica non trova appoggio, nè ha con essa quella relazione che si è voluta ammettere.

5. *Dio.*—Da tutto ciò che noi abbiamo fin'ora detto risulta, che la energia assume tre forme o stati principali: calore, corrente elettrica e luce. Le diverse radiazioni dei corpi radioattivi sono forme secondarie di elettricità e sono speciali a data materia. I raggi X sono raggi catodici, cioè elettricità negativa o elettroni radianti e molto penetranti, come è noto. L'azione meccanica non è una energia in sè stessa, come si dice, ma è un effetto di spostamento nello spazio di una data materia, prodotto da una

vera energia come elettricità, calore e luce. La coesione, l'adesione, l'affinità chimica sono anche effetti meccanici dell'attrazione della materia, ma quest'attrazione è data dall'energia elettrica, come carica positiva o negativa inerente agli atomi ed alle molecole. La famosa, misteriosa e tanto decantata energia, chimica, abbiamo visto, è carica elettrica. Risulta evidente da ciò che l'energia universale assume tre forme principali nel passare da un sistema di materia ad un altro, e propriamente corrente elettrica genera calore e luce, come calore e luce generano corrente.

Noi abbiamo quindi:

1. L'energia termica come elettricità condensata, quando non trova conduttori per scorrere, che è costretta rimanere, poco atta a irradiarsi e diffondersi, penetrante più o meno qualunque corpo buono o cattivo conduttore, per cui si può paragonare ad una sostanza solida, la quale costituisce un deposito di energia condensata e impedita di espandersi, e perciò pronta a fondersi e sciogliersi (mi si permetta l'espressione) o a mettersi in moto per riempire il vuoto di un atomo o molecola che si scinde e si separa, cioè a formare la carica degli ioni.

2. Abbiamo energia elettrica, come corrente, che sopra un conduttore isolato è temporaneamente statica, ma in conduttore all'infinito scorre con grandissima velocità, come farebbe un liquido, in cerca di neutralizzarsi.

Questa è paragonabile ad una sostanza liquida, la quale in corrente adatta opera fatti meccanici, fisici e chimici; perciò è energia in moto, in lavoro, ed ha bisogno di conduttura; è penetrante solo dove può compiere delle scissioni e trova ioni atomici o molecolari. Dove incontra ostacolo, e basta una conduttura più stretta o meno conducibile o una interruzione, acciò come un liquido subisca una specie di compressione ed una condensazione, per cui subito si trasforma in calore e luce.

3. Infine abbiamo l'energia luminosa, sotto forma di onde elettromagnetiche, atte ad espandersi per ogni lato con immensa

velocità, a somiglianza di un gas, il quale si sprigiona appena si forma e non ha bisogno di conduttura, se incontra un corpo si riflette e così lo rende a noi visibile e alla seconda riflessione essa è spenta, è assorbita tutta dai corpi, nei quali si trasforma in elettricità o si neutralizza. Dove vi è sviluppo di energia, come in una combustione, nella combinazione dell'ossigeno con il carbonio e l' idrogeno (tutti tre già ionizzati) vi è sviluppo di elettricità la quale, non trovando conduttori, si trasforma parte in calore, cioè si condensa e vi rimane nel gas che si svolge, come anche nell' aria e nei corpi circostanti vicini ; parte si espande istantaneamente intorno, qual gas esilissimo con immensa forza di espansione, come raggi luminosi, quelli cioè atti a trasformarsi in corrente negli organi visivi per produrre la sensazione psichica della visione.

Vale a dire, che gli elettroni nella luce si respingono, si espandono e s' irradiano con grandissima velocità per mezzo dell'etere cosmico o forse senza bisogno di esso, e servono a mettere in relazione gli animali con l'ambiente anche a grande distanza. Senza gli organi visivi e i corpuscoli della clorofilla questa energia, che li produce, sarebbe inutile nel mondo. Gli elettroni nel calore, come se sottoposti ad una compressione , si condensano, acquistano una grande tensione, si muovono intorno a sè stessi con moto circolare, vorticoso, elicoide e aderiscono agli atomi ed alle molecole della materia ; diventano penetranti , atti ad essere assorbiti, poco ad essere riflessi. Infine nella elettricità, gli elettroni scorrevoli , mobili , se trovano conduttore, si mettono in moto come le molecole di un liquido, e perciò essi sono in una condizione di movimento, intermedio fra il calore e la luce.

Appunto in questo stato intermedio costituiscono l' energia attiva, funzionante, viva, quella che opera le trasformazioni della materia con fenomeni meccanici, fisici e chimici, che si ammirano in natura : quella che crea e anima gli organismi viventi, i quali perciò sono macchine che trasformano le energie dello ambiente in correnti elettriche interne, mediante le quali si com-

piono tutte le funzioni, compresa la meravigliosa psiche animale, e che poi restituiscono all' ambiente come calore e luce; quella che riempie tutto il mondo e tutto l' infinito universo e che produce e muove gli astri; quella insomma che costituisce la potenza o onnipotenza creatrice, infinita, increata, indistruttibile, presente da pertutto, in ogni tempo, che tutto fa e tutto muove; che è negli astri, è in noi, in ogni animale, in ogni essere di qualunque natura. Insomma quella essenza creatrice, che si chiama Dio, Allàh o Brama, Ftà, come si voglia, il nome non importa, non è che questa energia universale, che tutto crea e tutto trasforma e che si manifesta a noi come corrente elettrica, come calore e luce e come altra forma radiante con gli effetti meccanici, fisici e chimici della materia, e gl'innumerevoli fenomeni relativi del mondo universale.

Perciò tutte le forme di energia, tutti i fenomeni in natura in noi e fuori di noi, tutte le vicende umane, sociali, politiche e religiose e quelle individuali sono manifestazioni di questa energia universale creatrice, cioè di Dio. Onde considerato così, non possiamo negare di vedere e sentire realmente ed evidentemente che Dio esiste, è da per tutto; negli atomi, nelle molecole e nei corpi viventi o non (1), e possiamo ripetere con convinzione e cognizione di causa, quale fatto vero, tangibile, sensibile, reale e naturale gli eloquenti versi di Metastasio

Dovunque il guardo io giro
Immenso o Dio ti vedo
. . . . . .

E qualunque fenomeno, meraviglioso che sia, è sempre fenomeno naturale, non soprannaturale, onde la metafisica entra nei limiti della natura, perchè il soprannaturale è fuori di Dio e

(1) Ciò relativamente a noi, giacchè la natura col suo Dio è tutto un organismo vivente. Materia senza energia è inerte, energia senza materia non si può trasformare e manifestare, perciò la natura è costituita dall' energia colla materia o da Dio col suo creato.

perciò non esiste. Fuori natura nulla esiste, nemmeno lo stesso Dio. La natura è infinita come infinito è anche il suo Dio o l'energia che la crea e la anima: e perciò oltre l'infinito nulla può esistere ed ogni preteso soprannaturale è assurdo.

Così possiamo concludere che noi siamo giunti a dimostrare scientificamente la esistenza di Dio; quale cosa vera che vediamo, che sentiamo e che tocchiamo da per tutto; e perciò è vero il detto comune ab antiquo, che nulla si fa e nulla si muove, sia in bene che in male, senza il volere di Dio, cioè senza le trasformazioni fatali della energia, che noi abbiamo fatto oggetto del nostro studio.

Laboratorio di farmacologia sperimentale della R. Università.
Catania, Agosto, 1905.

Memoria VIII.

Risultati delle osservazioni meteorologiche del 1905 fatte nel R. Osservatorio di Catania

Nota di A. RICCÒ e A. CAVASINO

Il luogo, gli strumenti meteorici, le ore di osservazione e il modo di fare le medie degli elementi osservati, sono quelli stessi adoperati nei tredici anni precedenti, e se ne trova la descrizione nella nota pubblicata nel 1898 [1], rammentiamo qui soltanto che le coordinate geografiche dell' Osservatorio sono:

Latitudine boreale . . . . . 37° 30′ 13″, 21
Longitudine Est da Greenwich . 1h 0m 18s, 9

e che il pozzetto del barometro è elevato 64,9 m. sul livello medio del mare, e 19 m. sul suolo: gli altri strumenti meteorici circa altrettanto.

I quadri N. 1, 2 e 3 contengono i risultati delle osservazioni dell'anno meteorico 1905 (dicembre 1904 a novembre 1905): nei primi due si aggiungono anche i valori del dicembre successivo, allo scopo di trovare nello stesso quadro i dati di tutto l' anno civile, e si riportano in fondo anche le medie relative a questo intervallo: come nei precedenti riassunti le temperature e pressioni barometriche non sono ridotte al livello del mare, nè queste ultime al valore normale della gravità.

La media della trasparenza dell'aria (Tab. 2, colonna *M*) in quest' anno è dedotta dalle osservazioni delle ore 7 o 8, 9, 15, 16

[1]) Riccò A. e Saija G. — *Risultati delle osservazioni meteorologiche fatte nel quinquennio 1892-96 all' Osservatorio di Catania* — Atti dell' Acc. Gioenia di scienze naturali, Serie 4ª Vol. XI. Catania, 1898.

o 17, essendosi aggiunta una osservazione nelle ore pomeridiane a distanza dal mezzodì eguale a quella della prima osservazione mattutina. Per gli eventuali confronti si è aggiunta anche la media alle ore 7 o 8, 9, 15, (colonna N), analoga a quella degli anni precedenti.

Nel quadro N. 4 si trovano dei singoli elementi i valori medi dedotti dal quattordicennio di osservazioni: dicembre 1891 a tutto novembre 1905, valori che consideriamo provvisoriamente come normali. Della temperatura si riportano nella seconda colonna i valori ridotti col calcolo al livello medio del mare: così ancora la quarta contiene i valori della pressione atmosferica ridotta al livello del mare e al valore g_{45} della gravità alla latitudine di 45°.

Confrontando i valori delle stagioni e dell' anno meteorico in esame con i corrispondenti dell' anno precedente, abbiamo ottenuto il seguente specchietto:

	Temperatura dell' aria	Pressione atmosferica	Tensione del vapore	Umidità relativa	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Nebulosità	Soleggiamento
	°	mm	mm		mm	mm		
Inverno. . .	−2, 4	+3, 6	−1, 46	−5, 7	+0, 13	−271, 6	−7, 7	+0, 10
Primavera . .	−0, 3	−0, 2	−0, 40	−2, 4	+0, 39	− 76, 5	+7, 0	−0, 02
Estate . . .	−0, 2	−0, 6	0, 00	+0, 1	+0, 49	− 8, 5	+3, 8	+0, 01
Autunno . .	+1, 4	−0, 2	+0, 49	−3, 2	+1, 27	−151, 9	−4, 6	−0, 07
Anno . . .	−0, 4	+0, 6	−0, 35	−2, 8	+0, 56	−508, 5	−0, 4	0, 00

Degni di nota sono, in confronto a quelli del 1904, i valori della temperatura, più bassi (specialmente quelli dell' inverno) fino all' autunno; quello molto alto della pressione nell' inverno, quello basso dell' umidità relativa e della quantità di pioggia, specialmente nell'inverno, e in tutte le altre stagioni e nell' anno.

Quanto al comportamento dei singoli mesi, è notevole la temperatura media e la minima più bassa in gennaio e febbraio; l' umidità relativa e la pioggia più grande in dicembre.

Passando poi a paragonare gli stessi valori con quelli medi del quattordicennio, si ha quest' altro specchietto:

	Temperatura dell' aria	Pressione atmosferica	Tensione del vapore	Umidità relativa	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Nebulosità	Soleggiamento
	°	mm	mm		mm	mm		
Inverno. . .	—1, 6	+1, 6	—1, 07	—4, 4	+0, 13	— 52, 8	+1, 5	—0, 03
Primavera . .	+0, 3	+0, 1	+0, 12	—0, 7	—0, 28	— 7, 2	+2, 2	0, 00
Estate . . .	+0, 4	—0, 3	+0, 48	—0, 1	—0, 62	+ 8, 9	+1, 6	—0, 07
Autunno . .	—0, 3	—0, 8	—0, 35	— 2, 7	—0, 75	— 97, 8	+2, 5	—0, 06
Anno . . .	—0, 1	+0, 1	—0, 21	—1, 8	+0, 44	—158, 9	+2, 6	—0, 01

Le differenze generalmente sono poco forti: però la pioggia fu inferiore alla normale in tutte le stagioni (eccetto l' estate) e nell' insieme dell' anno. La nebulosità fu sempre maggiore della normale, e ciò specialmente nell' estate.

Quanto alle medie mensili in confronto alle normali, il gennaio ed il febbraio ebbero temperatura bassa, l'agosto l'ebbe alta; in dicembre l' umidità relativa fu molto forte e la pioggia abbondantissima.

È da notarsi anche la poca frequenza di aria perfettamente trasparente in tutto l' anno.

Riguardo agli estremi meteorici, fu notevole la temperatura minima dell' anno — 1°,4 in febbraio; con abbondante caduta di neve per due notti di seguito, ciò che in Catania non si era veriticato da parecchi anni; l' altissima pressione (771^{m},2) in gennaio, e la grandissima tensione del vapore acqueo (20^{mm},54) in settembre.

Avendo ora 14 anni di osservazioni, abbiamo creduto opportuno di fare anche il Quadro N. 5 che dà i risultati relativi ai venti, allo stato del cielo, ecc. e gli estremi degli elementi meteorici nei medesimi 14 anni.

Risulta confermata la consueta predominanza in Catania dei venti col seguente ordine NE, E, W, SW; la notevole serenità del cielo, la scarsità dei giorni con pioggia, grandine, neve, o brina, ed anche la scarsità dei temporali.

Quadro N. 1 — 1905.

	Temperatura media dell'aria	Medie dei massimi diurni di temperatura, dei minimi e delle escurs.			Temperatura del sotterraneo	Temperatura acqua del pozzo	Pressione atmosferica	Tensione del vapore acqueo	Umidità relativa
		M	m	E					
	°	°	°	°	°	°	mm	mm	
Dicem. 1904	11, 0	14, 7	7, 8	6, 9	12, 9	16, 1	757, 6	6, 91	**66, 7**
Gennaio '905	*8, 1*	11, 9	*4, 8*	7, 1	10, 4	*15, 8*	758, 7	5, 35	62, 6
Febbraio. .	8, 8	13, 1	5, 1	8, 0	*10, 2*	15, 9	**759, 0**	*5, 25*	58, 4
Marzo . . .	12, 9	17, 2	8, 7	8, 5	11, 7	16, 0	755, 4	7, 07	60, 5
Aprile . . .	15, 7	19, 8	11, 7	8, 1	13, 8	16, 0	*754, 9*	8, 39	60, 4
Maggio . .	18, 4	22, 3	14, 6	7, 7	15, 6	16, 1	756, 1	10, 05	61, 7
Giugno . .	22, 6	26, 6	17, 8	8, 8	17, 7	16, 1	755, 8	11, 29	53, 8
Luglio . . .	26, 7	31, 1	22, 4	8, 6	20, 8	16, 2	755, 7	**14, 60**	52, 9
Agosto. . .	**27, 4**	**31, 7**	22, 8	8, 9	22, 3	16, 3	756, 2	14, 33	*50, 8*
Settembre .	24, 7	28, 8	20, 5	8, 3	**22, 4**	**16, 4**	756, 9	14, 55	60, 2
Ottobre . .	18, 3	22, 4	14, 4	8, 0	19, 2	16, 2	755, 2	9, 99	60, 7
Novembre .	15, 9	19, 9	12, 1	7, 8	17, 0	16, 2	756, 8	9, 36	66, 0
Dicembre .	12, 1	15, 0	9, 6	5, 4	14, 9	16, 3	759, 7	7, 21	75, 8
Inverno . .	9, 3	13, 2	5, 9	7, 3	11, 2	15, 9	758, 4	5, 84	62, 6
Primavera .	15, 7	19, 8	11, 7	8, 1	13, 7	16, 0	755, 5	8, 50	60, 9
Estate . . .	25, 6	29, 8	21, 0	8, 8	20, 3	16, 2	755, 9	13, 41	52, 5
Autunno . .	19, 6	23, 7	15, 7	8, 0	19, 5	16, 2	756, 3	11, 30	62, 3
Anno meteor.	17, 5	21, 6	13, 6	8, 0	16, 2	16, 1	756, 5	9, 76	59, 6
» civile .	17, 6	21, 6	13, 7	7, 9	16, 3	16, 1	756, 7	9, 79	60, 3

Quadro N. 2 — 1905.

	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Vento dominante	Nebulosità	SOLEGGIAMENTO			TRASPARENZA ATMOSF. media		Frequenza della massima
					A	B	$\frac{A}{B}$	M	N	
	mm	mm			h	h				
Dicem. 1904	*1, 68*	57, 1	W	42, 7	127, 1	*296.5*	0, 43	3, 3	3, 5	0, 11
Gennaio '905	1, 99	71, 5	W	51, 1	102, 8	305, 1	0, 34	**3, 5**	**3, 7**	0, 12
Febbraio. .	2, 17	46, 2	W	54, 4	129, 6	301, 0	0, 43	3, 2	3, 1	**0, 17**
Marzo . . .	2, 51	19, 3	W	46, 3	211, 9	370, 4	0, 57	3, 3	3, 5	0, 11
Aprile . . .	3, 14	1, 3	NE	42, 2	187, 2	394, 4	0, 47	2, 7	3, 0	0, 02
Maggio . .	3, 64	80, 3	NE	50, 2	193, 2	438, 4	0, 44	2, 6	2, 8	0, 00
Giugno . .	4, 80	3, 6	NE	31, 2	247, 7	439, 9	0, 56	2, 9	3, 1	0, 00
Luglio. . .	5, 73	27, 9	NE	24, 3	254, 0	**446, 6**	0, 57	2, 5	2, 7	00, 1
Agosto. . .	**6, 68**	*1, 3*	E	*13, 8*	**258, 0**	419, 0	**0, 62**	3, 1	3, 4	0, 06
Settembre .	4, 70	45, 7	NE	25, 9	200, 2	370, 8	0, 54	3, 0	3, 2	0, 07
Ottobre . .	4, 32	**98, 7**	W	53, 3	141, 1	345, 8	0, 41	3, 0	3, 3	0, 08
Novembre .	2, 89	10, 3	W	**59, 4**	*93, 3*	303, 1	*0, 31*	2, 9	3, 1	0, 01
Dicembre .	1, 70	231, 4	NE	69, 1	68, 1	296, 5	0, 23	2, 7	2, 9	0, 08
Inverno . .	2, 05	177, 8	W	50, 4	359, 5	902, 6	0, 40	3, 3	3, 5	0, 13
Primavera .	3, 10	103, 9	NE	46, 2	592, 3	1203, 2	0, 19	2, 9	3, 1	0, 04
Estate . . .	5, 74	32, 8	NE	23, 0	759, 7	1305, 5	0, 58	2, 8	3, 1	0, 02
Autunno. .	3, 97	154, 7	W	46, 2	434, 6	1019, 7	0, 42	3, 0	3, 2	0, 06
Anno meteor.	3, 71	469, 2	NE	41, 4	2146, 1	4431, 0	0, 47	3, 0	3, 2	0, 06
» civile	3, 71	643, 5	NE	43, 6	2087, 1	4431, 0	0, 46	2, 9	3, 2	0, 06

Quadro N. 3 — 1905.

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Frequenza della calma e dei venti	C	30	35	20	25	110
	N	7	1	1	0	9
	NE	12	19	24	16	71
	E	1	7	17	6	31
	SE	4	3	7	6	20
	S	0	3	2	0	5
	SW	12	11	15	5	43
	W	19	11	5	19	54
	NW	5	2	1	14	22
Meteore acquee — numero dei giorni	sereni	29	22	58	29	138
	misti	35	55	30	42	162
	coperti	26	15	4	20	65
	con pioggia	36	27	20	28	111
	con grandine o neve	4	1	0	0	5
	con nebbia	2	1	0	3	6
	con brina	2	0	0	0	2
	con temporale	5	2	1	6	14
	conscariche elettriche	12	8	19	10	49

ESTREMI METEOROLOGICI ANNUI OSSERVATI	Massimo	Minimo
Temperatura dell' aria	38,° 2 29 agosto	—1,° 4 16 febbraio
Temperatura del sotterraneo	24,° 5 29 agosto	5,° 4 16 febbraio
Temperatura acqua del pozzo	16,° 4 12 settembre	15,° 5 10 gennaio
Pressione atmosferica	771, 2 24 gennaio 9^h	743, 0 17 aprile 15^h
Tensione vapore acqueo	20, 54 24 sett. 21^h	1, 69 4 febbraio 8^h
Umidità relativa	100 15 febbr. 21^h	13 29 giugno 15^h
Evaporazione in 24^h all'ombra	13, 34 4 ottobre	0. 30 17 gennaio
Pioggia in 24^h	46, 8 30 ottobre	—
Velocità oraria del vento e direzione	40 Km. NE 29 genn. 11^h	—

Quadro N. 4 — Medie 1892-1905.

	Temperatura dell' aria		Pressione atmosferica		Tensione del vapore acqueo	Umidità relativa	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Nebulosità	Insolazione
	all'osservatorio	ridotta al mare	all'osservatorio	rid. al mare e a g. 45						
	°	°	mm	mm	mm		mm	mm		
Gennaio . .	*10, 1*	*10, 4*	757, 3	**762, 8**	*6, 47*	66, 3	*1, 80*	80, 9	47, 5	0, 44
Febbraio. .	11, 0	11, 3	756, 5	762, 0	6, 74	65, 3	2, 08	61, 4	48, 8	0, 46
Marzo . . .	12, 6	13, 0	755, 2	760, 6	7, 32	64, 3	2, 28	51, 5	47, 0	0, 48
Aprile . . .	15, 1	15, 5	*755, 1*	*760, 4*	8, 32	62, 7	2, 70	31, 8	15, 9	0, 46
Maggio. . .	18, 5	18, 9	755, 8	761, 0	9, 51	57, 8	3, 18	24, 8	39, 0	0, 52
Giugno. . .	22, 9	23, 2	756, 1	761, 3	11, 70	53, 1	4, 52	6, 5	26, 1	0, 60
Luglio. . .	**26, 3**	**26, 6**	755, 9	761, 0	13, 12	*49, 7*	**5, 55**	*4, 4*	*12, 7*	**0, 68**
Agosto. . .	26, 3	26, 6	756, 5	761, 6	**13, 99**	53, 6	5, 28	13, 1	16, 2	0, 67
Settembre .	21, 1	21, 4	757, 1	762, 3	13, 37	59, 0	4, 46	52, 4	29, 9	0, 56
Ottobre . .	20, 3	20, 7	757, 0	762, 3	12, 04	66, 1	3, 09	92, 0	48, 2	0, 47
Novembre .	15, 4	15, 8	**757, 4**	762, 7	9, 53	**70, 1**	2, 10	**108, 1**	**53, 0**	0, 42
Dicembre .	11, 7	12, 1	756, 6	762, 1	7, 51	69, 4	1, 86	98, 3	50, 5	*0, 39*
Inverno . .	10, 9	11, 3	756, 8	762, 3	6, 91	67, 0	1, 92	210, 6	48, 9	0, 43
Primavera.	15, 4	15, 8	755, 1	760, 7	8, 38	61, 6	2, 82	111, 1	41, 0	0, 49
Estate . . .	25, 2	25, 5	756, 2	761, 3	12, 93	52, 1	5, 12	23, 9	18, 4	0, 65
Autunno. .	19, 9	20, 3	757, 1	762, 4	11, 65	65, 0	3, 22	252, 5	43, 7	0, 48
Anno . . .	17, 9	18, 2	756, 4	761, 7	9, 97	61, 4	3, 27	628, 1	38, 8	0, 51

Quadro N. 5 — Medie 1892-1905.

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Frequenza della calma e dei venti	C	29	25	38	39	131
	N	7	1	2	6	19
	NE	9	19	16	11	55
	E	7	13	16	10	46
	SE	1	5	8	3	17
	S	2	2	1	2	7
	SW	12	7	5	7	31
	W	16	12	4	8	40
	NW	8	5	2	5	20
Meteore acquee — numero dei giorni	sereni	24	29	67	29	149
	misti	34	41	21	38	134
	coperti	32	22	4	24	82
	con pioggia	33	25	9	25	92
	con grandine	1, 5	1, 0	0, 2	0, 8	3, 5
	con neve	0, 6	0, 0	0, 0	0, 0	0, 6
	con brina	2, 7	2, 1	0, 3	1, 5	6, 6
	con nebbia	0, 4	0, 1	0, 1	0, 1	0, 7
	con temporale	3, 2	3, 7	3, 7	4, 9	15, 5

ESTREMI METEOROLOGICI DEL QUATTORDICENNIO	Massimo	Minimo
Temperatura dell' aria	+ 41°, 1 11 Agosto 1896	— 1°, 8 19 Febbraio 1895
Pressione atmosferica	772, 3 mm 9 Febbraio 9h 1903	737, 7 mm 17 Genn. 9h 1893
Tensione vapore acqueo	21, 73 mm 3 Settem. 15h 1902	1, 07 mm 18 Febbr. 21h 1895
Umidità relativa	100 1892, 18 Feb. 12h 1893, 1 Gen. 9h 1904, 7 Gen. 9h 1905, 15 Feb. 21h	4 26 Giugno 7h 1898
Evaporazione in 24h all' ombra	18, 22 mm 25 Giugno 1898	0, 08 mm 27 Gennaio 1896
Pioggia in 24h	175, 2 mm 25 Settembre 1902	—
Velocità oraria del vento e direzione	55 Km. N 22 Dicem. 21h 1904	—

Memoria IX.

Sul moto di rotolamento

Memoria 1ª del prof. G. PENNACCHIETTI

Il vincolo di rotolamento puro, cioè senza possibilità di strisciamento, si esprime, com'è noto, mediante un sistema di equazioni ai differenziali totali, per lo più non integrabile, per il qual fatto, da più anni, si è riconosciuto che alcuni principii e procedimenti generali della meccanica razionale non sono applicabili, senza opportune modificazioni, a siffatta specie di problemi. I sistemi in movimento ad n gradi di libertà sono stati con HERTZ [1] distinti in *olonomi* e *non olonomi*. Questi ultimi sistemi, ai quali assai spesso appartengono i corpi in rotolamento puro, hanno dato origine a importanti lavori recenti, tra cui quelli degli illustri matematici NEUMANN, VIERKAND, HADAMARD, CARVALLO, KORTEWEG, APPELL [2], MAGGI [3] e GEBBIA [4]. Quanto segue si riferisce al problema del rotolamento puro di un corpo solido sopra un corpo solido fisso e parmi che nella forma spedita di tali svolgimenti possa trovarsi, se non m'inganno, qualche piccolo contributo alla teoria meccanica del moto

(1) Prinzipien der Mechanik, 1894.

(2) Si vegga l'eccellente opera di P. Appell, Traité de Mécanique Rationelle, ove si trovano anche molte citazioni, t. II, seconda edizione 1904. Si consulti anche: P. Appell, Scientia 1899, Les mouvements de roulement en Dynamique.

(3) Teoria matematica del movimento dei corpi, Milano 1896; Principii di Stereodinamica, 1903, nei quali trattati la teoria dei sistemi non olonomi è bastantemente svolta e si hanno altre citazioni sul soggetto.

(4) M. GEBBIA, Sulla integrabilità delle condizioni di rotolamento di un corpo solido sopra un altro, e su qualche questione geometrica che vi è connessa. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, T. XX, anno 1905.

di rotolamento, sicchè ho stimato farne oggetto della presente pubblicazione.

§ 1.

Relazioni geometriche provenienti dal solo contatto.

Sia $0_1 x_1 y_1 z_1$ una terna d'assi cartesiani ortogonali fissi nello spazio. Gli assi s'intenderanno sempre disposti in modo che un osservatore coi piedi all'origine O_1 e col capo verso z_1 veda avvenire dalla sua sinistra alla sua destra la rotazione di 90° con la quale si può far coincidere la semiretta $0_1 x_1$ colla semiretta $0_1 y_1$ ed analoga disposizione intenderemo per ogn'altra terna d'assi che ci occorrerà di considerare. Il centro di gravità O del corpo mobile si assuma come origine comune di un sistema di assi $0x'_1 y'_1 z'_1$ paralleli agli assi $0_1 x_1 y_1 z_1$ e del medesimo senso rispettivamente e d'un sistema d'assi $0xyz$ fissi nel corpo. Diremo ξ, η, ζ le tre coordinate di O rispetto agli assi $0_1 x_1 y_1 z_1$, ψ, θ, φ i tre angoli euleriani che servono a determinare la posizione della terna $0xyz$ rispetto alla terna $0x'_1 y'_1 z'_1$. Diremo α_1, α_2, α_3 i coseni direttori dell'asse $0x$ rispetto alla terna $0_1 x_1 y_1 z_1$, ed analogo significato abbiano β_1, β_2, β_3; γ_1, γ_2, γ_3 per gli altri due assi $0y$, $0z$. Chiameremo x, y, z : x_1, y_1, z_1 le coordinate d'uno stesso punto del corpo rispetto agli assi omonimi.

Le due superficie convesse del corpo mobile e del corpo fisso in contatto sieno rappresentate rispettivamente dalle equazioni:

$$(1)\ f(x, y, z) = 0\,, \qquad (2)\ F(x_1, y_1, z_1) = 0.$$

Le formule di trasformazione delle coordinate sono:

$$(3)\quad \begin{cases} x = (x_1 - \xi)\,\alpha_1 + (y_1 - \eta)\,\beta_1 + (z_1 - \zeta)\,\gamma_1\,, \\ y = (x_1 - \xi)\,\alpha_2 + (y_1 - \eta)\,\beta_2 + (z_1 - \zeta)\,\gamma_2\,, \\ z = (x_1 - \xi)\,\alpha_3 + (y_1 - \eta)\,\beta_3 + (z_1 - \zeta)\,\gamma_3 \end{cases}$$

colle loro inverse:

$$(4)\quad \begin{cases} x_1 - \xi = \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 z\,, \\ y_1 - \eta = \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 z\,, \\ z_1 - \zeta = \gamma_1 x + \gamma_2 y + \gamma_3 z\,. \end{cases}$$

Avendo le due superficie nel punto di contatto la normale comune, le coordinate di questo x, y, z; x_1, y_1, z_1 dovranno, oltre alle (1) e (2), soddisfare alle due equazioni:

$$\frac{\dfrac{\partial f}{\partial x_1}}{\dfrac{\partial F}{\partial x_1}} = \frac{\dfrac{\partial f}{\partial y_1}}{\dfrac{\partial F}{\partial y_1}} = \frac{\dfrac{\partial f}{\partial z_1}}{\dfrac{\partial F}{\partial z_1}}$$

cioè, facendo uso delle formule (3):

$$(5)\quad \frac{\dfrac{\partial f}{\partial x}\alpha_1 + \dfrac{\partial f}{\partial y}\alpha_2 + \dfrac{\partial f}{\partial z}\alpha_3}{\dfrac{\partial F}{\partial x_1}} = \frac{\dfrac{\partial f}{\partial x}\beta_1 + \dfrac{\partial f}{\partial y}\beta_2 + \dfrac{\partial f}{\partial z}\beta_3}{\dfrac{\partial F}{\partial y_1}} = \frac{\dfrac{\partial f}{\partial x}\gamma_1 + \dfrac{\partial f}{\partial y}\gamma_2 + \dfrac{\partial f}{\partial z}\gamma_3}{\dfrac{\partial F}{\partial z_1}}\,.$$

Le (1), (2), (5) per mezzo delle (4) e delle formule che esprimono i nove coseni mediante i tre angoli euleriani sono quattro equazioni fra le nove quantità ξ, η, ζ, θ, φ, ψ, x, y, z. Nel caso in cui queste 4 equazioni siano tutte fra loro compatibili e distinte, potremo ottenere l' espressione d' uno de' sei parametri ξ, η, ζ, θ, φ, ψ in funzione degli altri cinque e potremo avere altresì l' espressione delle tre coordinate x, y, z del punto di contatto in funzione di questi cinque parametri e, posto che il corpo solido mobile non sia soggetto ad altro legame oltre il presupposto contatto col corpo fisso, il sistema mobile avrà cinque gradi di libertà. È pure agevole la interpretazione del caso in cui le 4 suddette equazioni non siano tutte fra loro distinte,

ma siano bensì compatibili. Dell' uno e dell' altro caso seguono qui gli esempi.

A) — Le due superficie rappresentate dalle (1), (2) siano p. es. sferiche e tangenti esternamente, avendo la seconda il centro nel punto 0_1. Le stesse equazioni potranno assumere rispettivamente le forme:

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2, \quad x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = R_1^2;$$

si dicano a, b, c, le coordinate del punto 0_1 rispetto agli assi $0xyz$; si troverà col metodo ora accennato il risultato d' altronde evidente:

$$x = \frac{Ra}{R+R_1}, \; y = \frac{Rb}{R+R_1}, \; z = \frac{Rc}{R+R_1},$$

$$\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2} = R + R_1,$$

essendo:

$$a = -(\xi\alpha_1 + \eta\beta_1 + \zeta\gamma_1),$$
$$b = -(\xi\alpha_2 + \eta\beta_2 + \zeta\gamma_2),$$
$$c = -(\xi\alpha_3 + \eta\beta_3 + \zeta\gamma_3).$$

B) — Supponiamo invece che la superficie fissa sia il piano $0_1 x_1 y_1$, onde:

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = 0, \; \frac{\partial F}{\partial y_1} = 0,$$

(7) $$\frac{\frac{\partial f}{\partial x}}{\gamma_1} = \frac{\frac{\partial f}{\partial y}}{\gamma_2} = \frac{\frac{\partial f}{\partial z}}{\gamma_3}.$$

Il piano fisso $z_1 = 0$ è rappresentato rispetto agli assi $0xyz$ dall' equazione:

(8) $$\gamma_1 x + \gamma_2 y + \gamma_3 z = -\zeta.$$

Poichè:

(9) $$\gamma_1 = \operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\varphi, \quad \gamma_2 = \operatorname{sen}\theta \cos\varphi, \quad \gamma_3 = \cos\theta,$$

le equazioni (1), (7), (8) ci daranno una relazione algebrica fra θ, φ, ζ, p. es.

$$\zeta = \zeta(\theta, \varphi)$$

ed inoltre le espressioni di x, y, z in funzione di θ, φ:

$$x = x(\theta, \varphi), \quad y = y(\theta, \varphi), \quad z = z(\theta, \varphi).$$

P. es. se il corpo mobile in contatto col piano fisso $0_1\, x_1\, y_1$ è terminato dall'ellissoide:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

si trova:

$$x = -\frac{a^2\gamma_1}{\zeta}, \; y = -\frac{b^2\gamma_2}{\zeta}, \; z = -\frac{c^2\gamma_2}{\zeta},$$

$$\zeta = \sqrt{a^2\gamma_1{}^2 + b^2\gamma_2{}^2 + c^2\gamma_3},$$

ove sarà preso il radicale positivamente, supponendo, come si farà anche in seguito, la semiretta $0_1 z_1$ diretta verso quella parte, rispetto al piano $0_1 x_1 y_1$, nella quale è il corpo.

Nel caso di una sfera mobile di raggio R si porrà nelle ultime 5 equazioni $a = b = c = R$ e si verifica così il risultato evidente:

$$x = -R\gamma_1, \; y = -R\gamma_2, \; z = -R\gamma_3, \; \zeta = R.$$

C) — Se la superficie mobile è di rivoluzione ed è rappresentata dall'equazione:

$$z = F(\rho) \text{ ove } \rho = \sqrt{x^2 + y^2},$$

si troverà facilmente dalle (7) e (8), supponendo θ acuto:

$$(9) \quad \begin{cases} F'(\rho) = \tan\theta, \; x = -\rho \operatorname{sen}\varphi, \; y = -\rho\cos\varphi, \; z = F(\rho), \\ \zeta = -F(\rho)\cos\theta + \rho \operatorname{sen}\theta. \end{cases}$$

D) — Supponiamo che un corpo solido sia in contatto col piano fisso $z_1 = 0$ per mezzo d'uno spigolo vivo circolare e che il centro di gravità O sia sulla perpendicolare $0z$ condotta per 0 al piano del cerchio. Supporremo che la semiretta $0z$ formi un angolo acuto colla semiretta $0z_1$. Le due equazioni del cerchio sieno:

$$x^2 + y^2 = R^2 , \quad z = -a .$$

La equazione della tangente al cerchio nel piano del cerchio stesso è:

$$xX + yY - R^2 = 0 ,$$

dove x, y sono le coordinate del punto di contatto; X, Y, le coordinate correnti rispetto agli assi $0xy$. L'equazione del piano fisso rispetto a questi assi è:

$$\zeta + \gamma_1 X + \gamma_2 Y + \gamma_3 Z = 0.$$

Avendosi anche:

$$\gamma_1 x + \gamma_2 y + \zeta - a\gamma_3 = 0 ,$$

si otterrà:

$$x = -R \operatorname{sen} \varphi , \quad y = -R \cos \varphi , \quad z = -a , \quad \zeta = a \cos \theta + R \operatorname{sen} \theta .$$

E) — Supponiamo che la curva rappresentata dalle equazioni:

$$f(X, Y, Z) = 0 , \quad F(X, Y, Z) = 0$$

debba essere tangente al piano fisso rappresentato dall'equazione

$$Z_1 = -k$$

o, ciò che è lo stesso, dall'altra:

$$\gamma_1 X + \gamma_2 Y + \gamma_3 Z = -k, \qquad k > 0 .$$

Qui denotiamo con lettere maiuscole le coordinate correnti rispetto agli assi $0xyz$ rigidamente uniti alla curva e mobili insieme con essa. Affinchè la tangente alla curva mobile, rappresentata dalle equazioni:

$$\frac{\partial f}{\partial x}(X-x)+\frac{\partial f}{\partial y}(Y-y)+\frac{\partial f}{\partial z}(Z-z)=0\,,$$

$$\frac{\partial F}{\partial x}(X-x)+\frac{\partial F}{\partial y}(Y-y)+\frac{\partial F}{\partial z}(Z-z)=0\,,$$

giaccia nel piano fisso, devono essere soddisfatte le due condizioni:

$$(a)\qquad \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x}, & \frac{\partial f}{\partial y}, & \frac{\partial f}{\partial z} \\ \frac{\partial F}{\partial x}, & \frac{\partial F}{\partial y}, & \frac{\partial F}{\partial z} \\ \gamma_1\,, & \gamma_2\,, & \gamma_3 \end{vmatrix}=0,$$

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x}, & \frac{\partial f}{\partial y}, & \frac{\partial f}{\partial x}x+\frac{\partial f}{\partial y}y+\frac{\partial f}{\partial z}z \\ \frac{\partial F}{\partial y}, & \frac{\partial F}{\partial y}, & \frac{\partial F}{\partial x}x+\frac{\partial F}{\partial y}y+\frac{\partial F}{\partial z}z \\ \gamma_1\,, & \gamma_2\,, & -k \end{vmatrix}=0,$$

delle quali la seconda è evidente conseguenza della prima e della seguente:

$$(b)\qquad \gamma_1 x+\gamma_2 y+\gamma_3 z=-k.$$

Abbiamo così un sistema formato da 4 equazioni che sono le (a), (b), (1) e (2), alle quali debbono soddisfare i sei parametri che determinano la posizione della figura mobile, acciocchè il contatto abbia luogo. Queste 4 equazioni, supposte distinte e non contradittorie, ci daranno una relazione fra i due angoli

euleriani θ, φ e ci faranno perciò conoscere le coordinate x, y, z del punto di contatto in funzione di uno di questi due angoli. La figura mobile avrà 5 gradi di libertà. Se si aggiunge la condizione che un punto connesso rigidamente colla figura mobile sia fisso, il sistema ammetterà due gradi di libertà.

Nel caso di un cerchio di raggio R col centro fisso 0_1, prendendo gli assi $0_1 x$, $0_1 y$ nel piano stesso del cerchio e fissi nel cerchio, si troverà:

$$x = -R \operatorname{sen} \varphi, \quad y = -R \cos \varphi, \quad z = 0, \quad \frac{k}{R} = \operatorname{sen} \theta$$

e dovrà essere $k \leqq R$.

Se l'analogo procedimento si applica ad una curva rigida la quale 1° debba essere tangente ad una retta fissa nello spazio, 2° debba inoltre essere tale che un punto legato invariabilmente alla curva stessa sia fisso nello spazio, si dimostra facilmente, supposto che tali condizioni non siano incompatibili, che la curva rigida ha zero gradi di libertà, sicchè ne è impossibile il movimento.

Se un corpo avente un punto fisso 0, che prenderemo come origine comune dei due sistemi di assi xyz, $x_1 y_1 z_1$, è terminato dalla superficie convessa avente per equazione $f(x, y, z) = 0$ e se tal superficie dev'essere tangente al piano fisso rappresentato dalla equazione $z_1 = -k$ cioè $\gamma_1 x + \gamma_2 y + \gamma_3 z = -k$, quest'ultima equazione, insieme con le (7) e con la equazione della superficie del corpo mobile, costituisce un sistema di 4 equazioni fra le tre coordinate x, y, z del punto di contatto e gli angoli euleriani θ, φ. Supposte le equazioni compatibili, il corpo solido avrà due gradi di libertà.

F) — Si abbia un cilindro colle generatrici parallele all'asse $0x$ e la sua superficie sia rappresentata dalla equazione:

$$y - F(z) = 0 .$$

Questo cilindro debba esser tangente al piano fisso $0_1 x_1 y_1$

rappresentato dalla (8) rispetto agli assi $0xyz$. Le equazioni (7) saranno nel presente caso:

$$\gamma_1 = 0, \qquad \gamma_3 + \gamma_2 F'(z) = 0$$

cioè:

$$\operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\varphi = 0, \qquad \cos\theta + \operatorname{sen}\theta \cos\varphi \, F'(z) = 0.$$

La (8) diventerà:

$$y \operatorname{sen}\theta \cos\varphi + z \cos\theta = -\zeta .$$

Escludendo il caso in cui $F'(z)$ possa diventare infinito e θ possa prendere il valore zero, si hanno le seguenti 4 relazioni

$$\cos\varphi = \pm 1 , \quad F'(z) = \pm \cos\theta ,$$
$$\zeta = \mp y \operatorname{sen}\theta - z \cos\theta , \quad y = F(z) .$$

Queste dimostrano che il cilindro ha 4 gradi di libertà e determinano la generatrice di contatto. Possiamo disporre gli assi in modo che sia $\varphi = 0$, sicchè nelle ambiguità possiamo assumere i segni superiori.

G) — Un corpo sia limitato da una superficie conica, per mezzo della quale esso sia in contatto col piano fisso:

$$z_1 = 0$$

e la equazione della superficie conica sia:

$$\rho - F(\sigma) = 0 ,$$

ove:

$$\rho = \frac{y+b}{x+a} , \quad \sigma = \frac{z+c}{x+a} ,$$

e dove a, b, c sono le coordinate conosciute del centro di gravità O del corpo rispetto a tre assi $x_0\, y_0\, z_0$ condotti pel vertice del cono parallelamente agli assi $0xyz$ fissi nel cono stesso. Se

invece delle variabili y, z si prendono le variabili ρ, σ, le (7) e (8) ci daranno facilmente:

$$\frac{-\rho+\sigma F'(\sigma)}{\gamma_1}=\frac{1}{\gamma_2}=\frac{-F'(\sigma)}{\gamma_3},$$

$$\zeta=a\gamma_1+b\gamma_2+c\gamma_3.$$

Abbiamo così un sistema di 4 equazioni tra ρ, σ, θ, φ, ζ dalle quali possiamo ottenere: 1° una relazione tra i due angoli euleriani θ, φ, 2° la espressione di ζ in funzione di uno di questi due angoli, p. es. φ, 3° i valori, in funzione di φ, dei due parametri ρ, σ che determinano la generatrice di contatto. Perciò una superficie conica rigida, obbligata, nel suo movimento, a rimanere semplicemente in contatto, cioè in generale con strisciamento, con un piano fisso, ha quattro gradi di libertà.

§ II.

Relazioni provenienti dall' assenza di strisciamento.

Ci riferiremo generalmente, ove non si dica il contrario, al caso in cui il corpo avrebbe cinque gradi di libertà se si considerassero le sole relazioni che provengono dal semplice contatto e che si sono considerate nel paragrafo precedente.

Le componenti, secondo gli assi $0_1x_1y_1z_1$ fissi nello spazio, della velocità V di un punto qualunque del corpo sono date, come si sa, dalle equazioni:

$$V_{x_1}=\xi'+q_1(z_1-\zeta)-r_1(y_1-\eta),$$
$$V_{y_1}=\eta'+r_1(x_1-\xi)-p_1(z_1-\zeta),$$
$$V_{z_1}=\zeta'+p_1(y_1-\eta)-q_1(x_1-\xi),$$

nelle quali p_1, q_1, r_1 sono le componenti, secondo gli assi $x_1y_1z_1$, della velocità angolare istantanea del corpo. Se x_1, y_1, z_1 sono

le coordinate del punto del corpo mobile che all' istante t è in contatto col corpo fisso, si avrà:

$$V_{x_1} = 0\,, \quad V_{y_1} = 0\,, \quad V_{z_1} = 0\,.$$

Osservando che la componente della velocità del centro di gravità secondo la normale n comune alle due superficie condotta pel punto di contatto, è evidentemente nulla, una di queste tre equazioni è conseguenza delle altre due in virtù delle relazioni geometriche considerate nel § I.

Otteniamo così le seguenti relazioni cinematiche:

$$(1) \quad \begin{cases} \xi' = r_1 (y_1 - \eta) - q_1 (z_1 - \zeta)\,, \\ \eta' = p_1 (z_1 - \zeta) - r_1 (x_1 - \xi)\,, \\ \zeta' = q_1 (x_1 - \xi) - p_1 (y_1 - \eta)\,, \end{cases}$$

una delle quali, per quanto abbiamo detto, può dedursi per mezzo della derivazione, dalla equazione algebrica tra $\xi, \eta, \zeta, \theta, \varphi, \psi$ che si ottiene secondo il § I.

Denotando con p, q, r le componenti della velocità angolare istantanea secondo gli assi $0xyz$ e valendosi delle formule di trasformazione delle coordinate (§ I, 4), si avrà dalle (1):

$$(2) \quad \begin{cases} \xi' = (\alpha_2 z - \alpha_3 y)\, p + (\alpha_3 x - \alpha_1 z)\, q + (\alpha_1 y - \alpha_2 x)\, r\,, \\ \eta' = (\beta_2 z - \beta_3 y)\, p + (\beta_3 x - \beta_1 z)\, q + (\beta_1 y - \beta_2 x)\, r\,, \\ \zeta' = (\gamma_2 z - \gamma_3 y)\, p + (\gamma_3 x - \gamma_1 z)\, q + (\gamma_1 y - \gamma_2 x)\, r\,. \end{cases}$$

Siano a, b, c le coordinate del punto fisso 0_1 rispetto al sistema di assi $0xyz$ legati invariabilmente al corpo mobile. Si

avrà:

$$a = -(\xi\alpha_1 + \eta\beta_1 + \zeta\gamma_1),$$
$$b = -(\xi\alpha_2 + \eta\beta_2 + \zeta\gamma_2),$$
$$c = -(\xi\alpha_3 + \eta\beta_3 + \zeta\gamma_3).$$

Se queste equazioni si derivano rispetto al tempo e nei risultati si sostituiscono invece di ξ', η', ζ' le espressioni (2) e invece delle derivate dei coseni si pongono le note espressioni in funzione dei coseni stessi e di p, q, r, si ottengono le formule seguenti:

$$(3) \quad \begin{cases} a' = q(z-c) - r(y-b), \\ b' = r(x-a) - p(z-c), \\ c' = p(y-b) - q(x-a), \end{cases}$$

ove è posto:

$$a' = \frac{da}{dt}, \; b' = \frac{db}{dt}, \; c' = \frac{dc}{dt}.$$

Chiamando W la velocità del centro di gravità, si avrà dalle (2):

$$W^2 = (x^2 + y^2 + z^2)(p^2 + q^2 + r^2) - (xp + yq + zr)^2.$$

Se x, y, z sono assi baricentrici principali del corpo mobile e se A, B, C sono i momenti principali d'inerzia ed m è la massa totale del corpo, la forza viva T sarà data dall'espressione:

$$(4) \quad T = \frac{1}{2} m \left[(x^2+y^2+z^2)(p^2+q^2+r^2) - (xp+yq+zr)^2\right] + \frac{1}{2}(Ap^2 + Bq^2 + Cr)^2.$$

Nei tre casi seguenti A), B), C) il sistema mobile ha un solo grado di libertà ed è quindi necessariamente olonomo.

A) — Consideriamo in particolare il caso del rotolamento puro di un cilindro sopra un piano (§ I, *F*). Faremo uso delle formule generali:

$$\alpha_1 = \cos\varphi\cos\psi - \operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\psi\cos\theta,\quad \alpha_2 = -\operatorname{sen}\varphi\cos\psi - \cos\varphi\operatorname{sen}\psi\cos\theta,$$

$$\beta_1 = \cos\varphi\operatorname{sen}\psi + \operatorname{sen}\varphi\cos\psi\cos\theta,\quad \beta_2 = -\operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\psi + \cos\varphi\cos\psi\cos\theta,$$

$$\alpha_3 = \operatorname{sen}\psi\operatorname{sen}\theta,\qquad \beta_3 = -\cos\psi\operatorname{sen}\theta,$$

$$\gamma_1 = \operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\varphi,\quad \gamma_2 = \operatorname{sen}\theta\cos\varphi,\quad \gamma_3 = \cos\theta,$$

$$p_1 = \varphi'\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\psi + \theta'\cos\psi,\quad q_1 = -\varphi'\operatorname{sen}\theta\cos\psi + \theta'\operatorname{sen}\varphi,$$

$$r_1 = \varphi'\cos\theta + \psi'.$$

Colle convenzioni e notazioni del (§ 1, *F*) avremo:

$$y = F(z),\quad \varphi = 0,\quad F'(z) = \cot\theta,\quad \zeta = -y\operatorname{sen}\theta - z\cos\theta.$$

Le prime due delle equazioni (1) diventano:

$$\xi' + \theta'\operatorname{sen}\psi\,(y\operatorname{sen}\theta + z\cos\theta) - \psi'\left[x\operatorname{sen}\psi + \cos\psi\,(y\cos\theta - z\operatorname{sen}\theta)\right] = 0,$$

$$\eta' + \psi'\left[x\cos\psi + \operatorname{sen}\psi\,(-y\cos\theta + z\operatorname{sen}\theta)\right] - \theta'\cos\psi\,(y\operatorname{sen}\theta + z\cos\theta) = 0.$$

Queste due equazioni, di 1° grado rispetto ad x, devono essere soddisfatte per qualunque valore della x, sicchè se ne deduce dapprima $\psi' = 0$, cioè $\psi = \psi_0$ essendo ψ_0 il valore iniziale di ψ. Per maggior semplicità potremo supporre ψ_0 nullo, sicchè per tutta la durata del movimento avremo:

$$\psi = 0.$$

Allora si avrà anche $\xi' = 0$, cioè:

$$\xi = \xi_0$$

e inoltre:

$$\eta' - \theta'\,(y\operatorname{sen}\theta + z\cos\theta) = 0.$$

B)—Consideriamo il caso di un cono che rotola senza strisciare sopra un piano. A causa delle relazioni sopra trovate (§ I, *G*) si avrà dalle (§ I, 4):

$$x_1 - \xi = x(\alpha_1 + \alpha_2 \rho + \alpha_3 \sigma) + \alpha_2 (a\rho - b) + \alpha_3 (a\sigma - c),$$

$$y_1 - \eta = x(\beta_1 + \beta_2 \rho + \beta_3 \sigma) + \beta_2 (a\rho - b) + \beta_3 (a\sigma - c),$$

$$z_1 - \zeta = \gamma_2 (a\rho - b) + \gamma_3 (a\sigma - c).$$

Dovendo le relazioni $V_{x_1} = 0$, $V_{y_1} = 0$ e perciò le prime due delle (1) essere soddisfatte qualunque sia x, si conclude che dovrà essere:

$$r_1 = 0.$$

Le prime due delle (1) diventeranno perciò:

$$\xi' + q_1 \left[\gamma_2 (a\rho - b) + \gamma_3 (a\sigma - c) \right] = 0,$$

$$\eta' - p_1 \left[\gamma_2 (a\rho - b) + \gamma_3 (a\sigma - c) \right] = 0.$$

Le tre ultime equazioni, insieme con le quattro equazioni che nel (§ I, *G*) si sono trovate tra le quantità ρ, σ, θ, φ, ζ, costituiscono un sistema di sette equazioni fra le otto quantità ρ, σ, ξ, η, ζ, θ, φ, ψ. Queste sette equazioni ci dicono che un cono obbligato a rotolare senza strisciamento sopra un piano fisso ha un solo grado di libertà, sicchè la determinazione del movimento richiede la conoscenza di un solo parametro in funzione del tempo.

C) — Supponiamo infine che un corpo solido debba muoversi parallelamente al piano fisso $0_1 x_1 y_1$ e nello stesso tempo per mezzo della sua superficie, che supporremo convessa, rotoli senza strisciare sul piano stesso. Prendo il piano $x0y$ parallelo al piano $x_1 0_1 y_1$, onde:

$$\theta = 0.$$

La linea dei nodi rimane indeterminata, ma condotti gli

assi $0x_1'y_1'z_1'$ paralleli agli assi $0_1x_1y_1z_1$, potremo prendere la semiretta $0x_1'$ come linea dei nodi, onde:

$$\psi = 0.$$

Si ha inoltre:

$$\zeta = \zeta_0,$$

essendo ζ_0 il valore iniziale di ζ. Se nel contatto non è impedito lo strisciamento, il corpo che qui si considera, ha tre gradi di libertà; la condizione dell' assenza dello strisciamento dà luogo a due nuove equazioni e non resterà al corpo che un solo grado di libertà.

§ III.

Equazioni del moto.

Siano X, Y, Z, L, M, N le sei coordinate del sistema delle forze attive rispetto agli assi $0xyz$ supposti baricentrici e principali; siano X', Y', Z', L', M', N' le proiezioni sugli stessi assi della reazione del corpo fisso applicata al punto $x_1y_1z_1$ di contatto e i momenti di questa reazione rispetto agli stessi assi. Siano u, v, w, p, q, r le componenti della velocità del centro di gravità e della rotazione istantanea e finalmente denotiamo con A, B, C i momenti principali d' inerzia del corpo mobile rispetto al centro di gravità 0. Sia m la massa totale del corpo mobile. Le equazioni del moto saranno:

$$m\left(\frac{du}{dt} + qw - rv\right) = X + X',$$

$$m\left(\frac{dv}{dt} + ru - pw\right) = Y + Y',$$

$$m\left(\frac{dw}{dt} + pv - qu\right) = Z + Z',$$

$$A\frac{dp}{dt}+(C-B)\,qr=L+L',$$

$$B\frac{dq}{dt}+(A-C)\,rp=M+M',$$

$$C\frac{dr}{dt}+(B-A)\,pq=N+N'.$$

Essendo nulla la velocità del punto di contatto, si avrà:

$$u+qz-ry=0,\quad v+rx-pz=0,\quad w+py-qx=0.$$

Inoltre si ha:

$$L'=yZ'-zY',\quad M'=zX'-xZ',\quad N'=xY'-yX'.$$

Se L_0, M_0, N_0 sono le proiezioni, sugli assi $0xyz$, del momento risultante delle forze attive relativo al punto di contatto, si ha:

$$(1)\qquad L_0=L-yZ+zY,\quad M_0=M-zX+xZ,\quad N_0=N-xY+yX.$$

Dalle equazioni precedenti, per via di eliminazione, si ottengono le equazioni del moto nella forma:

$$(2)\quad \left[A+m(y^2+z^2)\right]\frac{dp}{dt}-mx\left(y\frac{dq}{dt}+z\frac{dr}{dt}\right)+(C-B)\,qr+m\Big[(px+qy+rz)\times$$
$$\times(yr-zq)-x'(qy+rz)+p(yy'+zz')\Big]=L_0$$

con due altre analoghe, od anche:

$$(3)\quad \left[A+m(x^2+y^2+z^2)\right]\frac{dp}{dt}-mx\left(x\frac{dp}{dt}+y\frac{dq}{dt}+z\frac{dr}{dt}\right)+(C-B)\,qr$$
$$+m\Big[(px+qy+rz)(yr-zq-x')+p(xx'+yy'+zz')\Big]=L_0$$

con due altre analoghe.

Moltiplicando le (2) rispettivamente per x, y, z e somman-

do, si trova la seguente notevole loro combinazione, la quale può tener luogo di una di esse:

$$(4)\qquad \left[A\frac{dp}{dt}+(C-B)qr-L\right]x+\left[B\frac{dq}{dt}+(A-C)rp-M\right]y+$$
$$+\left[C\frac{dr}{dt}+(B-A)pq-N\right]z=0.$$

Inoltre si può osservare che, quando esiste l'integrale delle forze vive, questo può tener luogo di un' altra delle equazioni (2) ovvero (3) del moto. Se U è il potenziale da cui provengono le forze attive, l'integrale delle forze vive è:

$$(5)\quad \frac{1}{2}m(x^2+y^2+z^2)(p^2+q^2+r^2)+\frac{1}{2}(Ap^2+Bq^2+Cr^2)-\frac{1}{2}m(xp+yq+zr)^2-U=h.$$

Se nelle equazioni (2) si considerano x, y, z costanti, si otterranno pel moto di un corpo solido intorno a un punto fisso che ha le coordinate assegnate x, y, z rispetto agli assi baricentrici principali d'inerzia, le equazioni seguenti:

$$\left[A+m(y^2+z^2)\right]\frac{dp}{dt}-mx\left(y\frac{dq}{dt}+z\frac{dr}{dt}\right)+(C-B)qr+m(px+qy+rz)\times$$
$$\times(yr-zq)=L_0,$$

con due altre analoghe, nelle quali equazioni devono intendersi x, y, z eguali a costanti date.

Nel caso del rotolamento puro di una superficie sferica o anche di una linea sferica di raggio R sopra una superficie qualunque fissa le equazioni (3) si semplificano, perchè si ha allora identicamente:

$$x^2+y^2+z^2=R^2,\quad xx'+yy'+zz'=0,$$

onde:

$$(6)\quad (A+mR^2)\frac{dp}{dt}-mx(xp'+yq'+zr')+(C-B)qr+m(px+qy+rz)\times$$
$$\times(yr-zq-x')=L_0$$

con due altre analoghe.

Se il corpo rotolante è una sfera omogenea soggetta all' azione di una forza qualunque applicata al centro e di una coppia situata in un piano parallelo alla retta che unisce il centro al punto di contatto colla superficie fissa, si avrà:

$$A = B = C, \quad Lx + My + Nz = 0$$

e la (4) diventerà:

$$\frac{dp}{dt}x + \frac{dq}{dt}y + \frac{dr}{dt}z = 0.$$

Se di più la superficie fissa, su cui rotola la sfera, è un piano, quest' ultima relazione diverrà (§ I, *B*):

$$\frac{dp}{dt}\gamma_1 + \frac{dq}{dt}\gamma_2 + \frac{dr}{dt}\gamma_3 = 0,$$

onde, osservando che si ha:

$$p\gamma'_1 + q\gamma'_2 + r\gamma'_3 = 0,$$

avremo:

$$p\gamma_1 + q\gamma_2 + r\gamma_3 = k,$$

ove k è una costante. Quest' integrale del problema ci offre la seguente proposizione: *Se una sfera omogenea è costretta a rotolare senza strisciare sopra un piano fisso, sotto l' azione di una forza qualunque applicata al centro e di una coppia situata in un piano qualunque perpendicolare al piano fisso, la componente della rotazione istantanea secondo la normale al piano fisso è costante.*

Se il corpo che è in contatto col piano fisso $0_1x_1y_1$, è una sfera, si avrà (§ I, *B*):

$$yr - zq - x' = 0, \quad zp - xr - y' = 0, \quad xq - yp - z' = 0,$$

e supponendo di più che la sfera sia omogenea e che $L_0 = M_0 = N_0 = 0$, si concluderà subito dalle equazioni precedenti il ri-

sultato notissimo: $p = p_0$, $q = q_0$, $r = r_0$, sicchè la rotazione avverrà uniformemente intorno a uno stesso diametro della sfera. Perciò si può supporre $p_0 = 0$, $q_0 = 0$ e quindi:

$$\psi = 0,\ \theta = \theta_0,\ \varphi = r_0\, t$$

$$p_1 = 0,\ q_1 = -\, r_0 \operatorname{sen} \theta_0,\ r_1 = r_0 \cos \theta_0 .$$

Essendo ora:

$$x_1 = \xi,\quad y_1 = \eta,\quad z_1 = 0,$$

le (§ I, 1) diveranno:

$$\xi' = -\, R r_0 \operatorname{sen} \theta_0,\quad \eta' = 0,\quad \zeta' = 0,$$

onde:

$$\xi = -\, R r_0\, t \operatorname{sen} \theta_0,\ \eta = 0,$$

oltre $\zeta = R$, e si concluderà che il moto del centro di gravità avviene uniformemente lungo una retta perpendicolare al diametro fisso della sfera intorno al quale essa ruota.

Qui osserviamo che il metodo seguìto dall'illustre matematico C. Neumann [1] nel problema del moto di rotolamento puro di una superficie convessa sopra un piano fisso non è esatto, perchè si fonda sopra una non giusta applicazione del principio di Hamilton ad un sistema non olonomo, per quanto il Neumann abbia avuto per primo il grande merito di riconoscere che siffatta specie di questioni costituisce una classe di problemi ai quali non si possono applicare inalterati i principii classici della meccanica di Lagrange. Applicando le formule di C. Neumann al caso tanto ovvio di una sfera pesante vincolata a rotolare sopra un piano orizzontale si trovano formule assai più complicate di quelle estremamente semplici che abbiamo dato in fine

[1] C. Neumann, Ueber die rollende Bewegung auf einer gegebenen Horizontalebene unter dem Einfluss der Schwere; Berichte der Königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, 1885: Mathematische Annalen, B. XXVII, anno 1886 pag. 178.

del presente paragrafo come applicazione ovvia delle formule generali.

§ IV.

Applicazione alla circonferenza.

Applichiamo le equazioni del moto ad una circonferenza pesante di raggio R, che rotola, senza striscíare, sopra il piano fisso $0x_1y_1$, supposto orizzontale. Avremo:

$$A = B = \frac{mR^2}{2}, \quad x = -R \operatorname{sen} \varphi, \quad y = -R \cos \varphi, \quad z = 0$$

$$L_0 = mg\,(y\gamma_3 - z\gamma_2), \quad M_0 = mg\,(z\gamma_1 - x\gamma_3), \quad N_0 = mg\,(x\gamma_2 - y\gamma_1),$$

e quindi:

$$L_0 = -mg\,R \cos\varphi \cos\theta, \quad M_0 = mg\,R \operatorname{sen}\varphi \cos\theta, \quad N_0 = 0.$$

Con sole sostituzioni si avranno le equazioni del moto nella forma seguente:

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &(1+2\cos^2\varphi)\frac{dp}{dt} - 2\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi\frac{dq}{dt} = -qr - 2(p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)^2\cos\varphi\cot\theta - \frac{2g}{R}\cos\varphi\cos\theta, \\ &-2\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi\frac{dp}{dt} + (1+2\operatorname{sen}^2\varphi)\frac{dq}{dt} = rp + 2(p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)^2\operatorname{sen}\varphi\cot\theta + \frac{2g}{R}\operatorname{sen}\varphi\cos\theta, \\ &2\frac{dr}{dt} = (p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)(p\cos\varphi - q\operatorname{sen}\varphi). \end{aligned} \right.$$

Moltiplicando la 1ª per $\operatorname{sen}\varphi$, la 2ª per $\cos\varphi$ e sommando si ha:

$$(2)\qquad \left(\frac{dp}{dt} + qr\right)\operatorname{sen}\varphi + \left(\frac{dq}{dt} - pr\right)\cos\varphi = 0.$$

Risolvendo le stesse equazioni rispetto alle derivate di p, q, r, si ha:

$$
(3)\quad \begin{cases}
3\dfrac{dp}{dt} = -qr(1+2\operatorname{sen}^2\varphi) + 2\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi . pr - 2(p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)^2\cos\varphi\cot\theta - \dfrac{2g}{R}\cos\varphi\cos\theta, \\[2ex]
3\dfrac{dq}{dt} = pr(1+2\cos^2\varphi) - 2\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi . qr + 2(p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)^2\operatorname{sen}\varphi\cot\theta + \dfrac{2g}{R}\operatorname{sen}\varphi\cos\theta, \\[2ex]
2\dfrac{dr}{dt} = (p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)(p\cos\varphi - q\operatorname{sen}\varphi).
\end{cases}
$$

Moltiplicando la 1ª delle (3) per $-\cos\varphi$, la 2ª per $\operatorname{sen}\varphi$ e sommando si ha:

$$
(4)\qquad 3\left(-\frac{dp}{dt}\cos\varphi + \frac{dq}{dt}\operatorname{sen}\varphi\right) = 2\cot\theta\,(p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi)^2 + r\,(p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi) + \frac{2g}{R}\cos\theta.
$$

Consideriamo un nuovo triedro di referenza $Cx'y'z'$ avente per origine il punto C di contatto ed assumiamo come asse x', parallelo all'asse x_1, il diametro condotto per C e diretto verso il centro, come asse y' parallelo all'asse y_1, la tangente al cerchio in C e per asse z' la normale al piano del cerchio, in guisa che si abbia la seguente tabella di coseni:

	x'	y'	z'
x	$\operatorname{sen}\varphi$	$-\cos\varphi$	0
y	$\cos\varphi$	$\operatorname{sen}\varphi$	0
z	0	0	1

Se p', q', r' sono le componenti della rotazione istantanea rispetto agli assi x', y', z', si avrà:

$$
(5)\qquad p' = p\operatorname{sen}\varphi + q\cos\varphi, \qquad q' = -p\cos\varphi + q\operatorname{sen}\varphi,
$$

$$
(6)\qquad p = p'\operatorname{sen}\varphi - q'\cos\varphi, \qquad q = p'\cos\varphi + q'\operatorname{sen}\varphi,
$$

$$
(7)\qquad r' = r.
$$

Colle nuove variabili la (2), la 3ª delle (1) e la (4) divengono:

$$(8)\quad \begin{cases} \frac{1}{2}\frac{dp'}{dt} - \frac{1}{2}p'q'\cot\theta + q'r' = 0\,, \\ 2\frac{dr'}{dt} + p'q' = 0, \\ 3\frac{dq'}{dt} - 4p'r + p'^2\cot\theta = \frac{2g}{R}\cos\theta\,. \end{cases}$$

Le equazioni (8) sono identiche a quelle date dal *Carvallo* [1] se si osserva che le rotazioni da noi denotate con p', q', r' sono dal *Carvallo* rappresentate colle lettere r, p, q rispettivamente e che l'angolo θ del *Carvallo* è quello dei tre angoli euleriani che in tutto il nostro lavoro abbiamo costantemente denotato colla stessa lettera θ.

§ V.

Corpo omogeneo pesante di rivoluzione che rotola mediante uno spigolo vivo sopra un piano orizzontale fisso.

Le coordinate del punto di contatto della circonferenza col piano e l'ordinata ζ del centro di gravità sono date, come si è veduto (§ 1, *D*), dalle formule:

$$x = -R\,\mathrm{sen}\,\varphi\,,\quad y = -R\cos\varphi\,,\quad z = -a,\quad \zeta = a\cos\theta + R\,\mathrm{sen}\,\theta\,.$$

Si sostituiranno questi valori nella 3ª delle (§ III, 2) e nella (§ III, 4) e si esprimeranno le p, q, r mediante le p', q', r', come si è fatto nel § precedente. Si osserverà inoltre che dalle formule (§ IV, 5) e dalle seguenti:

$$p = \psi'\,\mathrm{sen}\,\theta\,\mathrm{sen}\,\varphi + \theta'\cos\varphi\,,\quad q = \psi'\,\mathrm{sen}\,\theta\cos\varphi - \theta'\,\mathrm{sen}\,\varphi\,,$$
$$r = \psi'\cos\theta + \varphi'$$

[1] CARVALLO, Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette, Mém. couronné par l'Academie des Sciences, Prix Fourneyron, Journal Polytechnique, 1900.

si trae:

$$(1) \qquad p' = \psi' \operatorname{sen} \theta\,, \quad q' = -\theta'\,, \quad r' = \psi' \cos\theta + \varphi'\,.$$

Si ottengono così le due equazioni:

$$(2) \qquad mRa\frac{dp'}{d\theta} - (C + mR^2)\frac{dr'}{d\theta} + mRp'(a\cot\theta + R) = 0\,,$$

$$(3) \qquad AR\frac{dp'}{d\theta} + Ca\frac{dr'}{d\theta} = Rq'(Ap'\cot\theta - Cr')\,.$$

L' integrale delle forze vive è:

$$(4) \qquad \frac{1}{2}m\left[(R+a^2)(p'^2+q'^2+r'^2)-(ar'+Rp')^2\right] + \frac{1}{2}\left[A(p'^2+q'^2)+Cr'^2\right] = h.$$

È facile verificare che i risultati precedenti equivalgono intieramente a quelli dati da *P. Appell* [1] nella Memoria in cui è trattato il problema precedente. Basta porre nella (2) $m = 1$ e inoltre sostituire alle nostre notazioni φ, R, a rispettivamente ψ, a, $-c$ come pure, per cambiamento di senso di assi, a p', q', r' rispettivamente $-p$, $-q$, r, per vedere che le (3), (2) sono rispettivamente identiche alle equazioni (1) pag. 5 della citata Memoria di *Appell*, alla quale rimandiamo per la elegante applicazione delle serie ipergeometriche nel caso di $a = 0$ che è quello del cerchio.

§ VI.

Corpo solido omogeneo pesante di rivoluzione sopra un piano orizzontale.

Seguendo le notazioni del (§ 1, *C*), si ha:

$$(1) \qquad \begin{cases} x = -\rho \operatorname{sen}\varphi\,, \; y = -\rho\cos\varphi\,, \; z = F(\rho)\,, \; F'(\rho) = \tan\theta\,, \\ \zeta = \rho \operatorname{sen}\theta - F(\rho)\cos\theta\,. \end{cases}$$

---

[1] Appell, Sur l' intégration des équations du mouvement d' un corps pesant de révolution roulante par une arête circulaire sur un plan horizontal: cas particulier du cercau. Rend. Circ. Matem. di Palermo, t. XIV, anno 1900.

Facendo le sostituzioni come nel § precedente, si giunge al seguente sistema di equazioni differenziali:

$$
(2)\quad \left\{
\begin{aligned}
& -\rho A \frac{dp'}{d\theta} + Cz \frac{dr'}{d\theta} = \rho\,(Ap' \cot\theta - Cr'), \\
& mz\rho \frac{dp'}{d\theta} + (C + m\rho^2) \frac{dr'}{d\theta} = m\rho p' \left(\rho - z \cot\theta - \frac{dz}{d\theta}\right) - m\rho r' \frac{d\rho}{d\theta}, \\
& \frac{1}{2} m \left[(\rho^2 + z^2)(p'^2 + q'^2 + r'^2) - (rz - \rho p')^2 \right] + mg\,(\rho \operatorname{sen}\theta - z \cos\theta) = h,
\end{aligned}
\right.
$$

la 3ª delle quali è l' integrale delle forze vive.

Siccome ρ e z si conoscono in funzione di θ, le prime due delle equazioni (2) ci daranno p', r' in funzione di θ mediante la integrazione di un' equazione differenziale ordinaria lineare del 2° ordine, dalla quale, oltrechè da quadrature, dipenderà la soluzione completa di questo problema che è una generalizzazione di quello svolto nel paragrafo precedente e sul quale si trova una sommaria indicazione in fine della citata Memoria di APPELL.

Catania 21 Novembre 1906.

CORREZIONI

A pag. 9 riga 10ª si legga: $F'(z) = \pm \cot\theta$.

A pag. 12 riga penultima si legga: Nei due casi seguenti *A*), *B*) il sistema mobile etc.

A pag. 15 riga 7ª si legga: due gradi.

id. righe 9ª e 10ª si legga: almeno generalmente, nessun grado di libertà.

Memoria X

G. LOPRIORE

Note sulla biologia dei processi di rigenerazione delle Cormofite, determinati da stimoli traumatici.

> La struttura dei vegetali è tale, per cui è perfettamente ammissibile che uno stimolo risentito da un individuo in un determinato punto, produca i suoi effetti in un' altra parte del medesimo.
>
> BECCARI, *Nelle foreste di Borneo*. Firenze 1902.

Lo studio delle reazioni prodotte da stimoli traumatici in piante ed animali ha grande importanza sia per la teratologia e patologia che per la teoria delle correlazioni, in quanto mostra che forme teratologiche derivano spesso da normali e che nuove correlazioni si destano per effetto di azioni traumatiche.

Ma se lo studio delle forme teratologiche promosse artificialmente ha dato corpo soltanto ora alla « teratologia sperimentale », quello sulla rigenerazione di uova e di embrioni s' è impersonato già da tempo nella « embriogenia sperimentale », costituendone uno dei rami più importanti dell'indagine biologica.

La morfologia posa ora sulla embriogenia ed aspetta dalla teratologia sperimentale nuovi lumi intorno alla genesi di quelle forme, che l' indagine comparativa non potè ancora chiarire.

Intendendo per rigenerazione, in questo come in altri miei scritti sullo stesso argomento, quel complesso di reazioni, che, dalla superficie d' un organo ferito ed in continuazione diretta dello stesso, permettono l' integrazione o restituzione completa della parte asportata, ne consegue che i soli meristemi primari conducono alla rigenerazione vera od in senso stretto.

Quelle reazioni, invece, che promuovono formazioni nuove o da meristemi secondari, originatisi spesso per stimoli traumatici, o da inizi che sarebbero rimasti a lungo se non per sempre inattivi e che, sviluppandosi, tendono a compensare il difetto o ad acquistare l'egemonia perduta dall'organo soppresso, sono da comprendersi nella rigenerazione in senso largo o meglio nei fenomeni di sostituzione.

Dal punto di vista biologico è bene distinguere l'una dall'altra genesi, anche in considerazione delle induzioni generali ch'è permesso derivarne.

I processi di rigenerazione, che si esplicano nelle Cormofite in conseguenza di azioni traumatiche, possono essere studiati da diversi punti di vista, secondo che si considerano o i soli cambiamenti anatomici dei tessuti o l'influenza di agenti esterni od infine le correlazioni che ne risultano.

La cognizione esatta della biologia delle reazioni traumatiche rendendone indispensabile l'esame da tutti tre questi punti di vista, farò qui una breve rassegna delle disposizioni nettamente biologiche, relative ad ognuno di questi tre punti nonchè ai movimenti traumatropici, accennando in fine alle possibili induzioni d'ordine generale e filogenetico.

Credo opportuno di esporre le particolarità biologiche in modo comparativo per gli assi e per le appendici, allo scopo di riconoscere se esse presentano differenze così profonde come gli organi a cui si riferiscono e se permettono, anche per questa via, di confermare la diversità fondamentale fra cormo e foglia.

In tale esposizione, se faccio astrazione dai muschi e dalle felci, rinviando al breve sunto dato altrove (LOPRIORE VI, p. 275), considero, però, le foglie di quelle felci che, per essere provviste di meristema apicale, presentano identità di comportamento con quelle di alcune rare fanerogame munite di meristema basale.

Per altre particolarità rinvio a quest'ultimo lavoro, poi che

Necessità mi fa esser veloce.

Rigenerazione di fusti e radici.

Senza esporre qui molte particolarità d'indole anatomica, e fusto radice presentano nei processi di rigenerazione un comportamento quasi identico. Se ad es. se ne fende l'apice con un taglio longitudinale mediano, della profondità massima d' 1 cm, le due metà si rigenerano in modo completo, producendo rispettivamente nuove radici e nuovi germogli laterali a rizotassi e fillotassi tanto più regolari quanto più prossime all' apice delle due metà rigenerate.

La potenza rigenerativa di fusti e radici, in conseguenza di spacchi longitudinali, raggiunge la maggiore espressione in frutti e semi spaccati, i cui embrioni si rigenerano completamente, come HABERLANDT (1) ha provato fin dal 1877. E se si pensa quanto spesso nei semi in riposo l'embrione è menomato da larve, che v' iniziano lo sviluppo dalle uova depostevi, s' intende di quanta importanza biologica sia la possibilità per parte sua di rigenerarsi.

Se, invece d' un taglio mediano, si conducono tagli in numero e senso diverso, come il NÊMEC (1) ha fatto con radici di fave, di mais e di altre piante, la rigenerazione si compie ugualmente, presentando modalità svariatissime per quanto interessanti dal punto di vista anatomico e fisiologico.

Soltanto rispetto alla decapitazione i fusti parrebbero non presentare la stessa facoltà rigenerativa delle radici, almeno per quanto finora risulta dai tentativi fatti. Però, dalla considerazione dei risultati da me ottenuti nella rigenerazione di fusti spaccati, il PFEFFER (1, vol. II. p. 206) induce che anche quelli decapitati possono rigenerarsi, se soltanto la parte estrema della gemma apicale viene asportata. Tale induzione condivido io pure in base a risultati parziali finora ottenuti e che spero di completare con ulteriori indagini su materiale più adatto.

Biologicamente un simile difetto potrebbe spiegarsi con l'ammettere che la soppressione della gemma apicale, affrettando la schiusa di quelle laterali, determina la sostituzione di queste all'altra. Ma per le radici fittonate, essendo parimenti sicura la sostituzione da parte di quelle laterali, bisognerebbe invocare la stessa spiegazione biologica. Conviene, quindi, ammettere che se la rigenerazione di fusti decapitati non potè finora essere seguita, il difetto è dovuto piuttosto a difficoltà tecniche od a materiale inadatto che ad incapacità insita negli assi.

La tendenza alla sostituzione è nella pianta molto più grande di quella alla rigenerazione, perchè in natura e per parte di agenti diversi non si verificano lesioni nè così regolari, nè in condizioni così favorevoli, come quelle compiute dallo scalpello dello sperimentatore.

Notevole in questi fenomeni di sostituzione è la polarità scoperta dal VÖCHTING (1), per cui l'ordine dispositivo dei nuovi germogli e delle nuove radici è costante. I primi si formano all'estremo apicale del fusto ed a quello basale della radice; le nuove radici si formano all'estremo apicale della radice ed a quello basale del fusto. Nelle foglie non v'è polarità.

Lesioni poco profonde, non compromettenti cioè il pericambio cicatrizzano facilmente con processi rapidi ed opportuni.

Disposizioni anatomo-biologiche.

Dal punto di vista biologico le reazioni dei diversi tessuti sono tanto più pronte ed efficaci quanto più grande è l'importanza loro nella economia della pianta. Così il pericambio e gli strati più periferici del cilindro centrale reagiscono, data la loro importanza, molto più energicamente della corteccia e del tessuto midollare o midollariforme, che ne hanno relativamente meno.

L'attività del pericambio nella ricostituzione di nuovi apici radicali è così grande e prevale tanto sugli altri tessuti da con-

durre, anche senza l'intervento d'un callo, alla rigenerazione completa di essi. Sarebbe questa la cosiddetta rigenerazione diretta del SIMON (1), da distinguersi dalla parziale — forse meglio indiretta — dello stesso autore e dalla procambiale del PRANTL (1), che si compie per intervento del callo.

Ma se gli altri sistemi di tessuti non possono senza il cambio condurre alla ricostituzione di nuovi apici, esercitano nondimeno uffici biologici importanti. Così merita considerazione il fatto che gli elementi situati all' esterno della nuova epidermide e del meristema rigeneratosi dal cambio formino una pileoriza provvisoria, che nel mais vien più tardi rigettata, mentre nelle leguminose passa gradatamente in quella normale (SIMON).

Questa diversità di comportamento è da riferirsi, secondo me, al fatto biologico che il fittoncino, rappresentando nel primo sviluppo delle dicotiledoni l' unico asse dell' intero sistema sotterraneo, ha bisogno di meglio difendere l' apice in confronto alle radici fascicolate delle monocotiledoni.

Nella corteccia, l' allungamento delle cellule a mo' di clava per tendere alla chiusura della ferita, la formazione di bandelle di elementi più piccoli e serrati, allo scopo di proteggere il sistema conduttore, sono reazioni secondarie che assicurano l'esito della rigenerazione. L' endoderma ispessisce e suberifica uniformemente le sue cellule lungo la zona compromessa, lasciando solo in corrispondenza dei primani delle placche legnose una o più cellule di passaggio.

Il sistema meccanico spiega un' azione immediata, provvedendo alla difesa dei tessuti rigenerantisi o rigenerati, mediante cingoli di elementi ispessiti, che dalla zona intatta si estendono a quella ferita. Nelle radici di *Pandanus* e, più tipicamente, in quelle di *Syngonium* mi è occorso di osservare che questi cingoli risultano di elementi meccanici due o tre volte più grandi dei normali. Sorprende anzi che in alcuni casi mentre l' ipoderma presenta all' esterno una sola fila di cellule meccaniche, nella parte lesa e rigenerata se ne abbiano due a tre, sovrapposte, in

conseguenza forse della reazione troppo immediata, disordinatamente l' una all' altra.

Con l' utilità evidente di siffatte reazioni del sistema meccanico contrasta però il fatto, biologicamente poco spiegabile, che i cordoni di sclerenchima nel libro delle radici di fava si avvolgano quasi interamente con un parenchima di elementi concentrici ai cordoni e distesi tangenzialmente agli stessi, come il BERTRAND (1, p. 3) descrive per le superfici libere od isolanti.

Quanto alle altre reazioni, se non sempre emerge l' utilità dei movimenti traumatropici, è chiara invece quella delle reazioni successive, intese a difendere i tessuti interni ed a ristabilirne la funzione. Così il sughero, la gomma e la resina di difesa sono prodotti di azioni traumatiche, che per la loro posizione periferica hanno fin qui meglio fermata l' attenzione.

L' importanza loro dal punto di vista biologico è nota. Opponendosi all' entrata dell'aria e dell' acqua, prestano efficace difesa ai tessuti sottostanti, messi improvvisamente a nudo.

Il cosiddetto legno di difesa risponde anch' esso mirabilmente al suo ufficio, grazie all' impermeabilità per l' aria e per l' acqua ed al peso specifico maggiore. Fisiologicamente ed anatomicamente esso non è altro che durame formatosi precocemente per la difesa dell' alburno.

Agenti esterni.

Per quel che riguarda l'azione degli agenti esterni, un'importanza grandissima esercita la temperatura, importanza, che, rilevata prima da me (LOPRIORE II, p. 208) venne poi confermata dagli studi successivi del SIMON (1, p. 127) e del NÊMEC (1, p. 272).

Così, importa, dal punto di vista biologico, che l' ottimo di temperatura per la rigenerazione coincida con quello per lo accrescimento e che temperature basse, le quali ancor permettono l' accrescimento, ritardino la rigenerazione, senza però sospenderla del tutto od almeno arrestare quei processi interni che ne preludiano l' inizio.

Non meno importante è il fatto che in radici situate inversamente, cioè con l'apice rivolto in su, la durata della rigenerazione si prolunghi di poco oltre l'ordinario e che la pileoriza si conformi diversamente, pur potendo riprendere la forma consueta non appena la radice vien rimessa in posizione normale.

Tutti quei mezzi meccanici che ritardano l'accrescimento, ritardano pure la rigenerazione. Radici ingessate conservano il potere rigenerativo fino a quando conservano la vitalità. Questo limite, variabile, com'è da aspettarsi, nelle diverse piante, è per le radici di fava di 7, per quelle di mais di 14 giorni. Le stesse radici, decapitate e rinchiuse in cubi di argilla, si rigenerano normalmente in 3 giorni.

L'importanza biologica di questi risultati, così evidente per sè stessa, rifluisce pur nella pratica, se si pensa che in terreno argilloso, molto compatto, le radici vengono spesso arrestate nel loro sviluppo od anche stirate e dilacerate, come quello, disseccandosi, si screpola o si fende.

I mezzi chimici finora tentati, per studiare sui processi rigenerativi specialmente l'azione anestetica, sono l'etere ed il cloralio. I risultati relativi, per quanto importanti dal punto di vista fisiologico, lo sono meno da quello biologico, in riguardo particolarmente alle condizioni naturali di vegetazione. Così in acqua col $^3/_4$ % di etere le radici di mais compiono con normale rapidità la rigenerazione loro, pur mostrando un notevole ritardo nell'accrescimento in lunghezza (Simon). In acqua cloralizzata, invece, tanto la rigenerazione quanto l'allungamento subiscono un notevole ritardo, mentre il nuovo cono vegetativo non sospende l'allungamento, come il Simon ha osservato nelle colture sopra cennate.

Oltre che sui veri processi di rigenerazione, l'azione dell'etere venne anche tentata dal Goebel (1) per promuovere nel *Bryophyllum* la formazione di germogli fogliari. L'effetto ne è anzi così pronto, che questi si mostrano già dopo un giorno,

per quanto d'altra parte i vapori di etere danneggino le foglie, facendole perire insieme agl'inizî dei nuovi germogli.

Effetti non diversi produce l'etere, anticipando la schiusa delle gemme coll'abbreviare il loro periodo invernale di riposo. Il suo impiego nelle colture forzate tende, anzi, a divenire una pratica abbastanza diffusa di giardinaggio.

Quanto alle condizioni esterne che promuovono la nutrizione, è ovvio che la rigenerazione si compie tanto più rapidamente quanto meglio favorita da un abbondante trasporto di materiali plastici. L'accumulo di questi nella regione che sta per rigenerarsi esercita un'influenza notevole sull'intensità del processo rigenerativo, specialmente se azioni favorevoli vi cooperano.

Biologicamente importante è però il fatto che, in conseguenza dello stimolo traumatico, la pianta moltiplichi la sua attività fisiologica e quindi le sue risorse materiali, trionfando anche sulle condizioni esterne poco favorevoli alla nutrizione.

In correlazione con questo fatto sta forse quello della grande rapidità con cui si svolgono i processi di rigenerazione, potendo i nuovi coni vegetativi formarsi già in due o tre giorni.

Correlazioni.

Le correlazioni, che si destano in conseguenza di stimoli traumatici, sono di natura strutturale o funzionale, per quanto difficile sia distinguere l'una dall'altra. Esse si rivelano o sull'organo stesso colpito dal trauma oppure su organi diversi, prossimi o lontani, « potendo uno stimolo risentito da un'individuo in un determinato punto produrre i suoi effetti in altra parte del medesimo ». (Beccari I, p. 537).

Biologicamente vantaggioso per la pianta sarebbe il possedere un certo grado d'indipendenza fra sistema aereo e sotterraneo, dimodochè uno stimolo prodotto sull'uno non determini un ritardo nell'altro, fino a che questo non sia rigenerato.

Le prime ricerche, in tal senso condotte dal Kny (1) mediante la soppressione ora dell'asse epicotileo ora di quello ipocotileo,

mostrarono infatti un alto grado d'indipendenza dell'uno dall'altro, sicchè la decapitazione dell'uno non ritardava l'accrescimento dell'altro. Questo fatto, messo in evidenza per piante di mais e di fava provenienti da semi, non ha trovato conferma in esperienze successive condotte su tralci di vite vergine e di salice. In questi la soppressione dei germogli produce un notevole ritardo nello sviluppo delle radici e viceversa (Kny II, p. 618).

Correlazioni non meno importanti ho potuto osservare in piantine di fave private, per decapitazione, della plumula. All'ascella dei cotiledoni si formano in tal caso fino a tre germogli laterali. I cotiledoni inverdiscono prima ancora di esaurire i materiali di riserva e perdurano più a lungo sulla pianta.

Sebbene fra i germogli cotiledonari persistano più tardi rapporti molto evidenti di gerarchia, relativi al tempo della formazione, sicchè non tutti raggiungono lo stesso grado di sviluppo, è certo biologicamente utile che la pianta reagisca alla decapitazione, moltiplicando il numero dei futuri capi.

Il fatto, però, di non aver mai osservato dopo la decapitazione la tendenza a fasciarsi sia nelle radici laterali di fagiuolo che nei germogli cotiledonari di fava, lascia credere che il difetto di concomitanza del fenomeno sul sistema epi- ed ipogeo della stessa pianta sia dovuto a ragioni di costituzione interna, che forse meritano di venir meglio indagate.

La decapitazione del fittoncino provoca lo sviluppo delle radici laterali con tanto maggiore intensità quanto più precocemente eseguita. A 3 cm. di distanza dal piano d'inserzione dei cotiledoni si formano in media 10 radici per ogni centimetro di lunghezza del fittone, a 5 cm. se ne formano 7 ed a 7 cm. appena 5. Sotto l'enorme sviluppo delle radici laterali, l'antico fittone quasi scompare, sicchè il sistema radicale arieggia quello delle radici fascicolate delle monocotiledoni.

Su queste correlazioni non insisto più a lungo, rientrando esse piuttosto nei fenomeni di sostituzione che in quelli di rigenerazione, rilevo, però, il fatto che le azioni traumatiche

hanno spesso l' effetto di rendere palesi caratteri latenti. Così mentre le radici laterali fasciate si riscontrano normalmente su fittoni interi di fava nella proporzione dell' 8 %, su quelli decapitati alla distanza di 3, 5, e 7 cm. dal piano d'inserzione dei cotiledoni si riscontrano rispettivamente nella proporzione del 37, 26 e 15 %.

I risultati del KNY, relativi agli effetti ritardatari prodotti dalla soppressione dell'un sistema sull' altro, vennero da FRANZ HERING (1) confermati, seguendo l' inclusione in gesso ora degli organi aerei, ora dei sotterranei. Con questo processo gli organi rimangono, invero, sotto lo stimolo continuo del protratto accrescimento, stimolo ben diverso da quello traumatico e che, una volta cessato, promuove senz' altro l' accrescimento fino allora sospeso. Ad ogni modo l' importanza biologica di poter riprendere e continuare in misura più rapida dell' ordinaria il sospeso sviluppo è abbastanza grande.

La pressione può condurre a correlazioni non diverse da quelle prodotte dalla decapitazione. Così la formazione di radici laterali su fittoncini sottoposti a pressione si trasporta, in ragione dell' intensità dello stimolo, dalla base all' apice di questi, traslocandosi in senso inverso non appena cessa la pressione. Ma se, per numero e peso, le radici laterali sottostanno a quelle di piante normali, biologicamente si rendono utili sia per la tendenza a formarsi sull' asse epi- ed ipocotileo, sia per la capacità di raggiungere in breve, cessato che sia lo stimolo, dimensioni in lunghezza e spessore financo $^1/_3$ maggiori delle normali.

Steli di fava con fittoni sottoposti a pressione si sviluppano dapprima così bene se non meglio dei normali, ma non tardano dopo qualche tempo a risentirne sfavorevolmente.

Questi risultati, biologicamente spiegabili, ma non sempre, nello stesso senso, utili alla pianta, conseguiti dal KÖHLER (1) per mezzo della pressione, vennero da me confermati, in assoluta indipendenza da essi, sia per mezzo della pressione che della decapitazione e incisione radiale.

Riguardo all'incisione radiale, l'osservazione da me fatta che fittoncini feriti lateralmente alla punta possono partire e rigenerare l'apice come per effetto d'un taglio longitudinale, m'indusse a tentare se l'incisione radiale possa condurre allo stesso risultato. Confermata sperimentalmente questa idea, trovai che anche la pressione, da me invano tentata per promuovere la fasciazione delle radici, può condurre allo stesso risultato.

Il Köhler (1, p. 23) ha infatti osservato che se un fittone di fava, stretto fra due lastre di vetro convergenti ed ingessate, non può ad onta dell'appiattimento proseguire il suo cammino ed attingere maggiore profondità, scinde il suo corpo fibro-vascolare, già tanto schiacciato, in due o più altri di forma quasi cilindrica.

Questi, dopo di essersi isolati, possono fondersi per ricostituire il corpo primitivo, che a sua volta può scindersi di nuovo e ripetere ancora la detta vicenda. Siffatto comportamento, mentre prova la grande plasticità della radice, si svela d'un'importanza biologica grandissima, nel caso che la radice partisca effettivamente il suo apice. La bipartizione di questo sarebbe in tal caso preceduta e favorita da quella del corpo fibro-vascolare.

La formazione di più coni vegetativi, capaci di fondersi oppure di crescere isolatamente, è certo biologicamente vantaggiosa, se si pensa che nel terreno la punta dei fittoncini subisce azioni traumatiche d'ogni sorta. Ma se i due coni provenienti dalla rigenerazione di un apice fenduto, vengono nel terreno a contatto, possono fondersi e ricostituire un cono unico.

Questo fatto, da me prima osservato, poi confermato per altra via dal Köhler e dal Simon, se prova la grande plasticità della radice, dimostra che la tendenza, promossa dal geotropismo, a ricostituire un apice unico torna biologicamente utile alla radice nel lavoro di penetrazione attraverso il terreno. Radici aeree di *Pandanus* con apice fenduto ed in via di rigenerazione presentano i due coni rigenerati, l'un dall'altro divisi finchè si sviluppano nell'aria, ma come attingono il terreno, fondono gli stessi per ricostituire un cono unico e potervi più facilmente penetrare.

Siffatta tendenza è provata ancora da un esperimento ingegnoso del SIMON. Se nel pleroma d'una radice decapitata si introduce un tubetto di vetro in modo da farne rimaner fuori l'estremo, del pleroma si rigenerano lobi staccati, che, ricongiungendosi all'apice del tubo, ricostituiscono un sol cono vegetativo.

Nelle correlazioni finora accennate non è sempre agevole il distinguere dal carattere strutturale quello funzionale, poichè i cambiamenti anatomici sono determinati da quelli fisiologici.

Fra le correlazioni in cui prevale il carattere anatomico sono da contarsi quelle in cui gli stimoli si trasmettono a distanza. In radici di fava e di mais ho potuto spesso osservare che, per effetto dell' incisione longitudinale non ledente il cilindro centrale, lo stimolo ripercuotesi in direzione diametralmente opposta sino a promuovere qui la formazione di radici laterali.

In qualche caso, però, la struttura del cilindro centrale è così eccentrica da far pensare a perturbazioni profonde nelle condizioni trofiche della radice, riflettentisi anche in quelle laterali.

Al riguardo il tessuto midollariforme molto sviluppato ed omogeneo delle radici di mais deve contribuire a trasmettere più facilmente gli stimoli da un punto all' altro della radice.

A questo genere di correlazioni sarebbe pure da riferirsi la schizostelia, più facile a verificarsi nel fusto che nella radice, stante la natura diversa, nonchè la disposizione là periferica, qui centrale dei fasci fibro-vascolari. L' utilità biologica della schizostelia, quando ogni cordone stelico non si avvolga d' un mantello proprio di corteccia, parmi, però, molto dubbia.

Fra le correlazioni meno dirette, ma non meno importanti, accennerò quelle rilevate dal LINDEMUTH (1) e dal MATTIROLO (1).

Il primo, tagliando alla base gli assi fiorali di *Lilium candidum* e *Lachenalia luteola* e tenendone il piede immerso in acqua, otteneva semi normali, come d'ordinario non si hanno in natura. Impedendo la formazione dei semi, mediante l' estirpazione dei fiori, promuoveva in basso quella di bulbilli. Nei giacinti, invece, compiendosi normalmente la granificazione, i bulbilli si formavano in alto.

Il MATTIROLO riusciva, anche per mezzo dell' estirpazione dei fiori, via via che si formavano, a prolungare di molto la fioritura della fava ed a provocare la caulifloria.

Rinviando alle spiegazioni, da me offerte altrove (VI, p. 271) su questi fenomeni correlativi, parmi specialmente importante il fatto, fin qui non rilevato ma chiedente ancora più estesa conferma, di potere sperimentalmente produrre la caulifloria mediante azioni traumatiche. Ora se si pensa che queste in natura possono compiersi nei modi più diversi, s' intende l' estensione grandissima che possono assumere nell' indurre la caulifloria, offrendo una spiegazione più completa e soddisfacente di questo fenomeno.

Se le stesse cause possano provocare la scapifloria, stanno per provare alcune mie esperienze in corso.

Movimenti traumatropici.

Ho affermato che l' utilità dei movimenti traumatropici non sempre lasciasi biologicamente intendere. Mi permetto ora di ritornare sull' argomento, per meglio chiarire alcune osservazioni mie e commentare altre più recenti dello SPALDING (I) e del BURNS (I).

Se si fende il cono vegetativo d' una radice o d' un fusto e se in conseguenza le due metà divaricano fra di loro, volgendosi in fuori ad arco, non è certo con l'esporre all'esterno una così larga superficie di ferita ch'esse provvedono alla rigenerazione in modo più sicuro di quanto avverrebbe se rimanessero a combaciare fra di loro. E se più tardi, allungandosi, si avvolgono a spira od a nodo intorno a sè stesse, come non di rado mi è occorso (II, p. 224) di osservare per radici aeree o crescenti in soluzione acquosa, esse rivelano in modo ancor più manifesto l' inutilità di simili movimenti. Ma se, astraendo da comportamenti così poco naturali per quanto ovvii alla mia esperienza, ne osserviamo altri più facili a compiersi in natura, come p. es. quelli di tittoncini incisi radialmente, le curve traumatropiche avrebbero forse l' utilità biologica di rimuovere dalla causa trau-

matica (meccanica o chimica) la parte del fittone, che sovrasta alla ferita e che perde tanto più della sua capacità rigenerativa quanto più s'approssima alla base.

Che tali curve possano in realtà compiersi nel terreno, specialmente se troppo compatto, così come in segatura di legno, è però da mettersi in dubbio, dopo che le osservazioni dello SPALDING e quelle più recenti del BURNS hanno dimostrato che i mezzi meccanici (inclusione delle radici in gesso o introduzione in tubi di vetro) rendono impossibile il compimento loro.

Anche il geotropismo tende già 24 ore dopo l'avvenuto trauma a neutralizzare, secondo il NÊMEC, il traumatropismo, riducendone l'intensità o limitandolo alle parti più giovani.

L'inclusione in gesso, se non permette le curve traumatropiche, non le estingue però del tutto, potendo esse esplicarsi, dopo che le radici vengono liberate dall'invoglio di gesso, fino ad otto giorni dopo l'inclusione.

Con l'altro mezzo meccanico, per cui radici lateralmente ferite vengono introdotte in tubi di vetro, che, senza impedire l'allungamento, impediscono il compiersi delle curve traumatropiche, lo stimolo traumatropico non si estingue ma rimane attivo, traducendosi in curve evidenti, non appena le radici escono con l'apice dall'altro estremo del tubo.

Cessata l'influenza dei mezzi meccanici, la reazione si compie con pari intensità, per impulso sia della vecchia che d'una nuova ferita, praticata uniformemente a mo' d'incisione anulare.

Ma molto più che dall'azione ritardatrice dei mezzi meccanici, l'intensità delle curve traumatropiche viene affievolita dalla bassa temperatura. Così radici ferite continuano ad allungarsi a 4-7° C. senza mostrare curve traumatropiche, portate invece a 18-21° C. incurvano tutte l'estremo dopo 24 ore. L'intensità delle curve è però meno sensibile rispetto a quella di altre radici, che, ferite allo stesso modo, vengono ingessate, poi liberate dopo alcuni giorni dall'involucro e portate in segatura di legno.

A limitare l'importanza biologica del traumatropismo sta

il fatto, osservato dal NÊMEC, che lo stimolo traumatropico si trasmette soltanto fino ad una determinata distanza dalla ferita e che la curva traumatropica rimane dapprima limitata nella zona di accrescimento più vicina all'apice, accentuandosi però, col tempo, più verso la base che verso l'apice.

Le curve traumatropiche, estinguendosi dopo le 24 ore che susseguono al trauma, non procedono di conserva con la rigenerazione. L'affermazione, quindi, del BURNS che ferite laterali esercitino uno stimolo continuo per l'induzione di curve traumatropiche, il quale dura fino a che le radici non siano rigenerate, va intesa dal NÊMEC nel senso che lo stimolo traumatropico scompare prima della completa rigenerazione e, invero, quasi contemporaneamente all'iniziarsi dei processi specifici di rigenerazione o di cicatrizzazione. Così radici incise obliquamente, rigenerantisi quindi prima di quelle incise trasversalmente, estinguono anche prima le loro curve traumatropiche.

La tendenza nei fusticini di semi in germinazione a perforare il terreno con la piumetta volta ad uncino, allo scopo biologico di proteggerne il cono vegetativo, se potesse essere riportata in conto dello stimolo traumatropico esercitato dal terreno, troverebbe forse una spiegazione biologica più soddisfacente. Ma, astraendo dal fatto che spesso la piumetta mostra già fra i cotiledoni del seme in riposo una conformazione rispondente a quella che adotta più tardi, difficile è spiegare, perchè i germogli di fava, formatisi nell'ascella dei cotiledoni in conseguenza della soppressione dell'asse epicotileo, conformino ugualmente l'apice ad uncino.

Questa tendenza, da me spesso osservata, sorprende tanto più in quanto esplicasi su piante allevate in colture acquose, i cui semi posano, non entro terra, ma su reti di filo, su lastre di vetro o di sughero. Biologicamente essa è così poco spiegabile come l'altra dei germogli ascellari dei cotiledoni del *Phaseolus multiflorus*, prodottisi in modo identico a quelli di fava, a presentarsi fasciati ed a strisciare lungamente sul sostrato, prima di divenire eretti.

Rigenerazione delle foglie

A differenza di fusti e radici, le foglie delle fanerogame mancano della capacità di rigenerarsi, essendo più vantaggioso per la pianta affrettare la schiusa delle gemme anzi che rappezzare foglie rotte, forate o contuse.

Questa spiegazione, non sperimentale ma teleologica, offerta dal WEISMANN, risponde al vero, con la sola restrizione che le foglie succedentisi a quelle distrutte da insetti o da crittogame sfruttano, con danno non lieve, le riserve plastiche della pianta, come per es. avviene per effetto delle infezioni peronosporiche.

Il WEISMANN (1) pensa che « per la pianta sarebbe di un vantaggio minimo il richiudere fori nelle foglie, possedendo senz' altro la capacità di emettere nuove foglie. » Ora in foglie di *Monstera pertusa*, caratteristiche per la presenza di fori abbastanza grandi ed ineguali, io ho provato con un foratappi a produrne altri, meno per constatarne la chiusura che per seguire la rimarginazione dell'orlo. Ma questa, mentre è così facile nei fori naturali, in cui l' orlo si distingue appena da quello periferico della lamina, non si compie affatto nei fori artificiali, che, suberificando gli elementi periferici, si delimitano con una aureola color ruggine. Oggi ancora, dopo quattro anni dacchè furono praticati, non si sono estesi nè per necrosi ulteriore del tessuto limitrofo, nè per macerazione della lamina promossa artificialmente. Sorprende, ad ogni modo, il comportamento di queste foglie, che, pur persistendo parecchi anni sulla pianta, non curano nè la chiusura, nè la rimarginazione dei fori, diversamente da quanto fanno gli assi aerei di piante vivaci nel tendere con vicenda costante alla chiusura di quei fori, che, a mo' di cingoli e per attività del cambio, sormontano le ferite delle parti adulte, in conseguenza dell' asportazione di rami.

Siffatto comportamento si spiega con la mancanza nella foglia

di meristemi, capaci di rigenerare i tessuti lesi. Per questa ragione non mi è riuscito di osservar mai foglie rigenerate, sperimentando sulla rigenerazione degli apici di fusti spaccati. Nondimeno lamine e piccinoli, colpiti dal taglio, tendono in certo modo a regolarizzare i contorni, assumendo, ad onta della struttura asimmetrica, un aspetto quasi normale.

Il difetto di rigenerazione è largamente compensato in alcune piante dalla proliferazione o formazione d'individui agami.

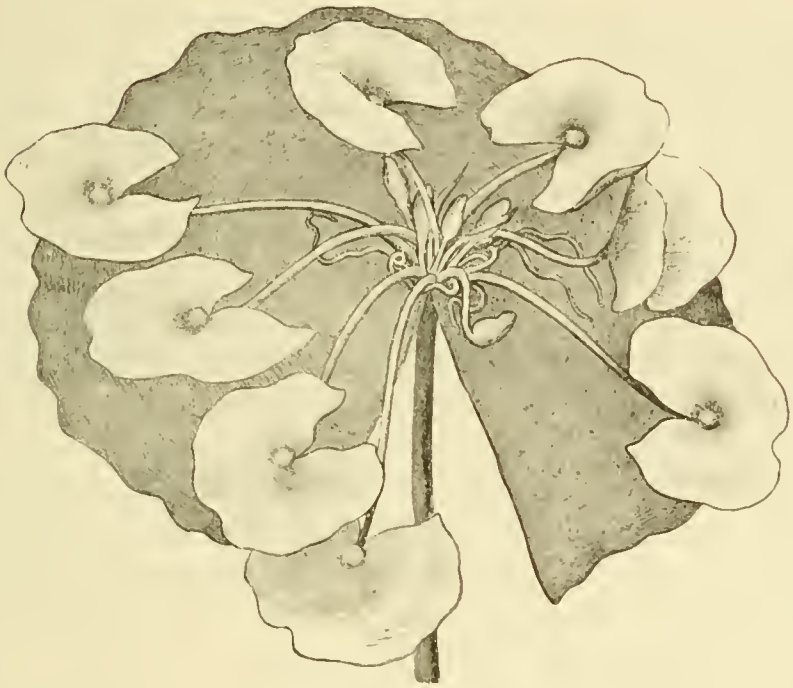


Fig. 1. *Nymphaea stellata* Willd. var. *bulbillifera*. Foglia che alla base della lamina produce una nuova pianta con numerose altre foglie (che ripetono la stessa vicenda), radici e gemme fiorali. $^1/_2$ Grand. nat. (dal Ross)

Questa tendenza è specialmente grande in quelle piante, in cui, mancando un cormo evoluto, le foglie tendono a sostituirvisi, acquistando una grande egemonia di sviluppo. Così nella *Nymphaea stellata* var. *bulbillifera* alla base della lamina ed alla pagina superiore, nel punto in cui i nervi convergono insieme,

si forma una gemma, capace di produrre una nuova pianta con numerose foglie, radici e gemme fiorali.

Il Ross, da cui riproduco la figura 1 e che ringrazio per la cortese concessione della riproduzione galvanica, ha osservato che la formazione di tali gemme si verifica specialmente in autunno, quando la pianta concentra le sue riserve plastiche, ma che il loro germogliamento si compie in estate o sulle foglie più esterne morenti o su quelle recise.

La tendenza a formarsi alla base della lamina è dovuta, secondo Goebel, al fatto che là convergono i fasci conduttori, destinati al trasporto dei materiali plastici. In foglie di altre piante (*Bryophyllum*, *Begonia*) le gemme si formano alla periferia della lamina in condizioni biologiche rispondenti alla vita di quelle ed atte ad assicurare la moltiplicazione loro.

La sostituzione di bulbilli a semi in alcune piante fluviolacustri dell' Amazzonia avrebbe un' importanza biologica non diversa da quella dianzi accennata, servendo i bulbilli, secondo Buscalioni (1), a moltiplicare la pianta più rapidamente dei semi, non appena attingono il terreno melmoso e vi radicano a somiglianza di quanto fanno le mangrovie.

Casi di vera rigenerazione fogliare sono stati osservati dal Goebel (II p. 485), dal Pischinger (1) e dal Figdor (1) nei due generi di Gesneriacee, *Monophyllaea* e *Streptocarpus*, sottogenere *Eu-Streptocarpus* con specie ad una foglia sola, gruppo « Unifoliati » del Fritsch (III, p. 158).

Per intendere il particolare comportamento di queste foglie, occorre premettere ch' esse rappresentano nell' *Eu-Streptocarpus* quasi i soli organi vegetativi provenienti dai cotiledoni, di cui uno solo sviluppasi prevalentemente per differenziazione del meristema sito alla sua base. Questo, proliferando, permette un vero accrescimento secondario, producente una nuova lamina, che s' interpone fra base ed apice del cotiledone e che, mentre perde i caratteri embrionali, acquista quelli d' una vera foglia caulina. La differenziazione, compiendosi in quello soltanto dei cotiledoni,

che è dotato di meristema basale, produce un'anisofillia spiccatissima, accentuando la già notevole diversità iniziale di grandezza dei cotiledoni, di cui il piccinolo suol rimanere rudimentale.

Foglie diverse dalle embrionali per forma, grandezza e presenza di piccinolo possono non di rado formarsi, originandosi da quell'internodio dell'asse principale, intercalato, fra epi- ed ipocotile, che dal FRITSCH (I, p. 98) fu denominato « mesocotile » e che suol formare anche radici avventizie, in difetto di qualsiasi accenno di una radichetta embrionale.

Altra particolarità importante che determina, secondo me, la capacità nelle foglie a rigenerarsi, è il difetto assoluto di una plumula, cioè di un cono vegetativo emergente fra i cotiledoni dall'apice del mesocotile, difetto, che riscontrasi oltre che nello *Streptocarpus*, nella *Klugia zeylanica* (*K. Notoniana* dei giardinieri) e probabilmente nella *Roettlera hamosa* (FRITSCH, III, p. 188).

Un comportamento quasi identico mostra la *Monophyllaea Horsfieldii*, senonchè, rispetto alle specie unifoliate dello *Streptocarpus*, essa presenta non un mesocotile, ma un ipocotile, che persiste e sviluppasi più tardi in uno stelo evoluto.

Date queste particolarità anatomo-biologiche delle due Gesneriacee, l'asportazione nello *Streptocarpus* del cotiledone grande, di quello cioè destinato a servire come organo assimilatore, promuove la rigenerazione dello stesso, sia che il meristema basale venga asportato per intero coll'embriofillo, sia che rimanga in parte. In quest'ultimo caso il meristema, proliferando, rigenera la foglia, compiendo quell'accrescimento, che avrebbe compiuto anche senza l'asportazione della lamina cotiledonare. Nell'altro caso vi è rigenerazione d'una lamina fogliare a spese del callo, rigenerazione, che il PISCHINGER ritiene come vera, a differenza dell'altra, che non sarebbe tale. La nuova lamina si forma sul mesocotile in continuazione diretta del moncone rimasto ed in conseguenza dell'attività del callo, che origina un nuovo meristema. Questa rigenerazione corrisponderebbe alla parziale, l'altra alla diretta del SIMON.

Ma ben più importanti di questi fenomeni di rigenerazione sono, dal punto di vista biologico, quelli di correlazione, prodottisi in conseguenza dell' asportazione dello stesso cotiledone.

Per piantine di *Streptocarpus* FRANZ HERING ha provato che se il cotiledone destinato a svilupparsi viene per tempo soppresso o ritardato nel suo sviluppo mediante l' inclusione in gesso, svilupparsi in sua vece il cotiledone piccolo, che normalmente suol rimanere rudimentale.

Queste esperienze, continuate dal PISCHINGER in modo comparativo su tre diverse specie di *Streptocarpus*, cioè *S. Wendlandi*, *S. Gardeni* e *S. hybridus*, hanno mostrato che se nella prima specie l'asportazione totale o parziale del cotiledone grande, destinato a svilupparsi, viene eseguita per tempo, il cotiledone piccolo raggiunge molto più rapidamente del solito le dimensioni definitive, elevandole, in certi casi, fino al doppio delle normali. La ragione biologica di questo forzato sviluppo è evidente: intanto che si compie la rigenerazione del cotiledone grande, l'assimilazione viene assunta dal piccolo, il quale provvede i materiali necessari al compiersi di quella.

Il fatto più importante in questi fenomeni di correlazione è che alla base del cotiledone piccolo si forma, in conseguenza dello stimolo traumatico esercitato sul grande, un meristema secondario (secondo FRITSCH primario, perchè dato dal mesocotile), capace di proliferare e di permettere quindi, oltre che l' accrescimento secondario, le funzioni definitive, spettanti al cotiledone grande.

Altro fatto importante è che la proprietà, atavica nello *Streptocarpus Wendlandi* e probabilmente in altre specie ad una sola foglia, di produrre appendici diverse dalle embrionali, mentre per norma rimane latente, si rende invece palese dopo l' asportazione del cotiledone grande.

Altra proprietà atavica, che dimostra in questa specie una differenza profonda di organizzazione rispetto alle specie caulescenti e rosulate, è la tendenza nei germogli avventizi o di sostituzione a ripetere lo stato embrionale della pianta. Soppri-

mendo, infatti, la maggior parte della lamina e dell'appena iniziata infiorescenza, il GOEBEL (III, p. 138) otteneva tre germogli avventizi, provvisti ognuno di una gran foglia caulina e perciò distinguibili da quelli delle specie caulescenti e rosulate.

Nello *Streptocarpus Gardeni*, che, come specie rosulata, produce una rosetta di foglie, il cotiledone grande non si rigenera, se viene asportato in parte od in tutto.

Un comportamento intermedio presenta lo *Streptocarpus hybridus*, il quale è probabilmente una forma ibrida delle due precedenti. In esso l'asportazione totale del cotiledone grande conduce, come nello *S. Gardeni*, all'accrescimento secondario ed allo sviluppo di foglie non embrionali. L'asportazione parziale, invece, lasciando ancor parte del meristema basale, conduce, come nello *S. Wendlandi*, alla rigenerazione del cotiledone stesso.

Nella *Monophyllaea Horsfieldii* l'asportazione del cotiledone grande con parte del meristema basale, ne determina la rigenerazione, mentre il cotiledone piccolo o non cresce affatto o cresce al punto da raggiungere dimensioni financo doppie delle normali. L'asportazione del cotiledone grande con tutto il meristema fa perire le piante, non potendo il cotiledone piccolo assumere le funzioni di quello soppresso. Non di rado, però, il FIGDOR (I) avrebbe in questo caso osservato la formazione sul mesocotile di foglie avventizie, se, ben inteso, gli esemplari in esperimento avevano raggiunto un certo grado di sviluppo. Questo risultato, mentre conferma quello del GOEBEL sulla tendenza nei germogli avventizi dello *Str. Wendlandi* a ripetere la conformazione embrionale, conferma ancora quello osservato da me rispetto alla tendenza nei germogli formatisi all'ascella dei cotiledoni di fava, in conseguenza della soppressione della piumetta, a conformare l'apice ad uncino.

La facoltà rigenerativa nei cotiledoni sembra essere più grande di quella a produrre individui agami, che, se finora venne osservata dal ZABEL nei cotiledoni della *Borrago officinalis*,

fu tentata invano dal KUESTER (I) in quelli di altre piante, per quanto ricchi di materiali plastici.

Il comportamento particolare delle due Gesneriacee dipende verosimilmente dal difetto di un vero cormo, per cui le foglie tendono a sostituirvisi, munendosi di meristema o prestandosi quello del mesocotile e acquistando la capacità rigenerativa. In questi casi la foglia svolgerebbe una entità superiore a quella del cormo.

Anche nelle felci, ove il cormo non è così evoluto come nelle fanerogame, la capacità rigenerativa viene assunta dalle foglie, che a differenza di quelle dello *Streptocarpus*, son provviste di meristema apicale. Tale capacità, difettando negli assi, (il cui apice presenta una sola cellula terminale, non un gruppo iniziale facile a rigenerarsi) viene assunta dalle foglie, che, per venir spesso brucate dagli animali, hanno bisogno di rigenerarsi.

L'identità di comportamento rispetto alle due Gesneriacee dipende dal fatto che l'apice rimane a lungo embrionale. In conseguenza però della localizzazione diversa del meristema, la rigenerazione si compie non più alla base ma all'apice. Se questo infatti viene longitudinalmente spaccato, si rigenera, dando luogo allo sdoppiamento della lamina ed al completarsi di ogni singola metà, come mostra la figura 2. La possibilità di tale sdoppiamento fu messa in evidenza dal BEYERINCK (I) per il *Blechnum brasiliense*, dal GOEBEL (I) per il *Polypodium Heracleum* e dal FIGDOR (II) per lo *Scolopendrium Scolopendrium*.

Dal punto di vista filogenetico merita considerazione il fatto, rilevato già dal FIGDOR, che uno sdoppiamento a forchetta della lamina fogliare, simile a quello ottenuto artificialmente non è raro in natura, anzi, per essere stato spesso osservato, venne già descritto come varietà « *daedalea* » Döll. Tale varietà sarebbe più frequente in Inghilterra che altrove, a causa della presenza là di particolari animaletti, capaci con la loro visita di determinare reazioni identiche a quelle promosse artificialmente.

Induzione simile avventurai io pure, dieci anni fa, paragonando il comportamento di radici fendute, rigenerate e di nuovo

fendute con quello dei Tunicati, sottoposti dal MINGAZZINI (1) a tagli successivi. Il taglio ripetuto dello stesso sifone in un esemplare di *Ciona intestinalis* determinando una forma identica alla varietà descritta come « *macrosiphonica* », permette indurre che in natura una tale varietà s' è probabilmente formata per amputazione ripetuta da parte di altri animali. L' azione di questi nel foggiare, per successivi adattamenti biologici, determinate forme di organi vegetali, se debole ora, dev' essere stata particolarmente grande al tempo della cosiddetta epoca plasmativa del BECCARI.

Ben diversi dai fenomeni di rigenerazione sono quelli di sostituzione, offerti in modo tipico dalle foglie di cielami, in conseguenza di ferite o di altri mezzi che inattivano la funzione, come ad es. inclusione in gesso o rivestimento con collodio.

Questo fatto, scoperto prima da HILDEBRAND (1), poi seguìto nelle sue particolarità dal WINKLER e dal GOEBEL, è stato anche recentemente con nuovi casi illustrato dal suo scopritore e ricondotto alla vera natura, attribuitagli fin dapprima come processo di sostituzione e non di rigenerazione (HILDEBRAND, II, p. 39).

Fig. 2. *Polypodium Heracleum.* Foglia spaccata longitudinalmente all' apice ed in cui ogni metà ha rigenerato la metà che le manca. (dal GOEBEL)

Contrariamente all' effetto ritardatore dei mezzi meccanici, l'inattività promossa dal buio sulla foglia di *Cyclamen* non provoca la formazione di una nuova lamina (WINKLER), mentre basta nella *Circaea* per rendere ortotropo il germoglio plagiotropo più vicino all'apice (GOEBEL, I, p. 647). Tal comportamento crea in organi, come son le foglie, viventi alla luce e per la luce, quindi sensibili alla sottrazione di essa, un divario profondo rispetto al cormo.

La luce può influire, però, non di rado direttamente sulle condizioni fototrofiche delle foglie, promuovendo l' anisofillia.

Il WIESNER (I) ha osservato, infatti, che le foglie ancor giovani dei rami di *Aesculus* esposte direttamente al sole, rimangono turgide e continuano a crescere, mentre quelle opposte appassiscono e muoiono, in conseguenza dello spostamento in senso trasversale della corrente d' acqua ascendente, promosso dalle foglie soleggiate. A questo modo si può tanto promuovere una spiccata anisofillia quanto invertire quella già esistente.

La stessa spiegazione potrebbe anche valere a giustificare la grande anisofillia delle Gesneriacee, fissata già nel seme per ereditarietà e riconoscibile per la diversa grandezza dei due cotiledoni.

Ora se si pensa che la foglia ha per funzione principale la traspirazione e che ad essa subordina lo sviluppo dei veicoli di trasporto, coordinandovi la funzione fotosintetica, non sorprende se la luce provoca reazioni diverse per favorire l' una o l' altra funzione. Maggiori particolarità al riguardo sta per offrire il BUSCALIONI in un suo studio biologico sulla vegetazione dell'Australia, relativo specialmente alle acacie a fillodi ed agli eucalipti.

Indifferente non è neppure la respirazione, se atmosfere prive di ossigeno possono determinare nei ciclami l'inattività delle lamine fogliari e quindi la sostituzione loro con delle nuove (GOEBEL, IV, p. 394).

Gli stessi effetti possono dunque venir provocati da agenti diversi, anzi molto diversi dalle azioni traumatiche.

Cenno sintetico.

La considerazione dei fatti sinora esposti rivela che, mentre fusto e radice presentano nei processi di rigenerazione identità di comportamento, la foglia ne differisce per un comportamento particolare, che non di rado svela in essa un'entità superiore a quella del cormo.

L'identità di comportamento negli assi delle Cormofite si svela nella capacità loro di rigenerarsi per virtù dei meristemi apicali, di cicatrizzarsi per virtù di quelli secondari e di presentare gli stessi fenomeni di correlazione. Così alle fillotassi aberranti nel fusto, corrispondono rizotassi aberranti nella radice, finchè, però, la rigenerazione non è completa. Così la stessa deviazione teratologica, come la fasciazione, da latente rendesi palese negli assi laterali di prim'ordine, in conseguenza delle azioni traumatiche compiute sugli assi principali.

La foglia o manca interamente della facoltà di rigenerarsi o l'esplica nei rari casi che possiede meristemi. Il difetto di questi determinerebbe dunque l'impossibilità a rigenerarsi, difetto, che, in organi caduchi come le foglie, è teleologicamente spiegabile.

I casi ancor rari ed isolati di vera rigenerazione fogliare si hanno in quelle piante, in cui il cormo è poco evoluto o manca interamente della piumetta *(Streptocarpus)* o presenta all'apice una sola cellula terminale incapace a rigenerarsi (felci).

Dove i meristemi esistono, la foglia presenta, oltre che la facoltà rigenerativa, particolari disposizioni atte a proteggerli, come ad es. speciali tricomi per i meristemi basali delle Gesneriacee, arrollamento spirale dell'apice per i meristemi apicali delle foglie giovani di felci. Importante, però, è il fatto che nello *Streptocarpus* la soppressione del cotiledone provvisto di meristema abbia l'effetto di promuovere la formazione od emigrazione di meristema nell'altro che ne è privo e che resta rudimentale. Se tal fenomeno di correlazione, dovesse ulteriormente

svelarsi, l'importanza dei meristemi primari nei processi di rigenerazione verrebbe molto a limitarsi.

La capacità di cicatrizzazione è grande negli assi, minima o nulla nelle foglie. Rispetto alla rigenerazione essa appare biologicamente più utile, richiedendo un consumo di materiali e di energia notevolmente più piccolo.

La polarità, riconosciuta dal VÖCHTING (II) negli assi rispetto alle formazioni nuove, manca nelle foglie, per quanto W. MAGNUS (I) creda di scorgerla in quelle colpite da galle.

La sostituzione si compie quasi sempre mediante un germoglio od una radice laterale, che, prendendo il posto dell'asse principale, ne assume anche la struttura per mezzo di variazioni anatomiche corrispondenti (BOIRIVANT). La foglia manca di simile capacità plastica. Le lamine formatesi non da gemme ma da inizi siti sul picciuolo, in sostituzione di quella soppressa o resa inattiva, non raggiungono insieme la superficie venuta meno, nè lasciano riconoscere alcun rapporto di egemonia (*Cyclamen*).

L'inattività prodotta dal buio sull'estremo del fusto basta a rendere ortotropo il germoglio plagiotropo più vicino all'apice (*Circaea*), ma non provoca nella foglia la formazione di una nuova lamina, così facile a venir altrimenti promossa (*Cyclamen*).

In attesa che ricerche ulteriori completino la biologia della rigenerazione della foglia, sta per ora il fatto che come, per effetto della divisione del lavoro e della conseguente differenziazione dei meristemi, vi è progressiva evoluzione dalle Tallofite alle Cormofite, così in seno a queste vi è progressione dal cormo alla foglia.

La foglia rappresenterebbe, in conseguenza della differenziazione più spinta dei meristemi e quindi della sua incapacità a rigenerarsi, un organo più evoluto del cormo.

Ad illustrare le idee di DELPINO sull'interpretazione del cormo e della foglia sarebbe questo uno degli argomenti più promettenti per stabilire se le piante siano cormofite o fillofite.

LETTERATURA

BECCARI, Nelle foreste di Borneo. Firenze 1902.

BERTRAND, Lois des surfaces libres. Bull. de la Soc. botan. de France 1881, Tome XXXI.

BEYERINCK, Over regeneratie Verschijnseten van gespleten vegetatienpunten van stengels en over bekerworming. Ned. Kruidk. 1886, Arch., Serie II, Deel IV, Stuck. I.

BOHRIVANT, Organes de remplacement chez les plantes. Ann. d. Sc. nat. 1897, Tome VI.

BURNS, Regeneration and its relation to traumatropism. Beih. z. Bot. Ctbl. 1901, Bd. XVIII.

BUSCALIONI, Un' escursione botanica nell' Amazzonia. Boll. Soc. geogr. Roma 1891.

DELPINO, Teoria generale della fillotassi. Atti della R. Università di Genova, 1883.

FIGDOR, (I) Ueber die Regeneration der Blattspreite bei Scolopendrium Scolopendrium Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. 1906, Bd. XXIV.

— (II) Regeneration bei Monophyllaea Horsfieldii. Oester. bot. Zeitschr. 1903 N. 10.

FRITSCH, (I) Ueber die Entwickelung der Gesneriaceen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1891, Bd. XII.

— (II) Gesneriaceen, in Engler - Prantl, Nat. Pflanzenfam. IV. 3b

— (III) Die Keimpflanzen der Gesnerianen. Jena 1904.

GOEBEL, (I) Organographie. Jena 1898.

— (II) Ueber Regeneration im Pflanzenreich. Biol. Zentralbl. 1902, Bd. XXII.

— (III) Morphologische und biologische Bemerkungen. II. Weitere Studien über Regeneration. Flora 92 (1903).

— (IV) Allgemeine Regenerationsprobleme. Flora, Erg. Bd. 1905.

HABERLANDT, Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanzen. Wien 1877.

HERING, Ueber Wachstumskorrelationen infolge mechanischer Hemmung. Pringsheims Jahrb. 1896, Bd. XXIX.

HILDEBRAND, (I) Die Gattung Cyklamen. Jena 1898.

— (II) Ueber eine eigentümliche Ersatzbildung an einem Keimling von Cyclamen Miliarakisii und einem anderen von C. creticum. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. 1906, Bd. XXIV.

KNY, (I) On correlation in the Groth of Roots and Shoots. Ann. of Botany 1891, Vol. VIII,

— (II) On correlation etc. (Second paper). Ibidem 1901, Vol. XV.

KOEHLER, Ueber plastische und anatomische Veränderungen bei Keim- und Luftwurzeln durch partielle, mechanische Hemmung. Diss., Leipzig 1902.

KUESTER, (I) Beobachtungen über Regenerationserscheinungen an Pflanzen. Beih. z. Bot. Centralbl. 1903, Bd. XIV.

— (II) Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.

LINDEMUTH, (I) Uber Samenbildungen an abgeschnittenen Blütenständen einiger sonst steriler Pflanzenarten. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. 1896, Bd. XIV.

— (II) Uber Bildung von Bulbillen am Blütenschafte von Lachenalia luteola und Hyacinthus orientalis. Ibidem.

LOPRIORE, (I) Regeneration gespaltener Stammspitzen. Ber d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1895.

— (II) Regeneration gespaltener Wurzeln. Nova Acta Ac. Leop. Carol. 1896, Bd. LXVI.

— (III) La fasciazione delle radici in rapparto ad azioni traumatiche. Atti Accad. Gioenia, Catania 1903, Vol. XVII.

— (IV) Künstlich erzeugten Verbänderung bei Phaseolus multiflorus. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch., 1904, Bd. XXII.

— (V) Verbänderung infolge des Köpfens. Ibidem.

— (VI) Regeneration von Wurzeln und Stämmen infolge traumatischer Einwirkungen. Résultats scientifiques du Congrés international de Botanique, Wien 1905. Jena 1906.

MAGNUS, Experimentell-morphologische Untersuchungen. Ber. d. Deutschen bot. Gesellschaft 1903, Bd. XXI.

MATTIROLO, Sulla influenza che l' estirpazione dei fiori esercita sui tubercoli radicali delle leguminose. Malpighia, Vol. XIII.

MINGAZZINI, Rigenerazione nei tunicati. Boll. Società Naturalisti, Napoli 1891. Serie I, Vol. II.

MOHL, Uber den Vernarbungsprozess bei der Pflanze. Bot. Zeitung. 1849.

NÊMEC, Studien über die Regeneration. Berlin 1905.

PFEFFER, (I) Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Abh. d. math.-phys. Klasse d. K. sächs. Gesellsch. d. Wissensch., Leipzig 1893, Bd. XX.

— (II) Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. Bd. II.

PISCHINGER, Ueber Bau und Regeneration des Assimilationsapparates von Streptocarpus und Monophyllaea. Sitzungsber. der K. K. Akad. der Wissensch. Wien, April 1902, Bd. CXI, 1. Abt.

PRANTL, Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln. Arb. d. Würzburger Instituts 1874, Bd. I.

ROSS, Nymphaea stellata var. bulbillifera. Dr. Neubert's Gartenmagazin 1898, Heft 21.

SIMON, Untersuchungen über die Regeneration der Wurzelspitze. Pringsheims Jahrb. 1904, Bd. XL.

SPALDING, The traumatropic curvature of Roots. Ann. of Botany 1894, Vol. VIII.

VÖCHTING, (I) Transplantation am Pflanzenkörper, Tübingen 1892.

— (II) Ueber Organbildung im Pflanzenreich. I. u. II. Teil, Bonn 1878-84

WEISMANN, Das Keimplasma. Jena 1892.

WIESNER, Ueber correlative Transpiration mit Hauptrücksicht auf Anisophyllie und Phototrophie. Vorl. Mitth. in den Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. Bd. CXIV. Abt. I. Mai 1905. Mit 2 Taf.

WINKLER, Ueber die Regeneration von Blattspreiten bei einigen Cyklamenarten, Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. 1902, Bd. XX. p. 81.

Memoria XI

Istituto Dermosifilopatico della R. Università di Catania

Nuovi tentativi di sieroterapia nella lebbra

Pel Prof. R. DE LUCA

Comunicando questi nuovi tentativi di siero-terapia della lebbra, ad onta dei progressi fatti in questi ultimi tempi dalla dottrina delle immunità naturali ed artificiali verso gli agenti delle malattie infettive, potrei su per giù ripetere quello che scrissi nel 1896 sull' istesso argomento (1); con questa differenza, che invece di far consistere, come feci allora, i fattori dell' immunità naturale dei bruti rispetto alla lebbra, in sostanze godenti potere antisettico specifico, preformato o no, riferirei oggi tali fattori a sostanze battericide o antitossiche; e inoltre: invece di ritenere, come ritenni allora, che coll' inoculazione di materiale lebbroso nell'animale, si produca nell' organismo di questo, una sostanza antisettica, capace di annientare la vitalità del bacillo di Hansen, riterrei oggi che, con tale inoculazione, si avrebbe la produzione di sostanze battericide dotate della medesima costituzione delle sostanze battericide dei sieri, cioè sostanze costituite da una parte termostabile (sensibilizzatrice o anticorpo) e da una parte termolabile (alessina o complemento). E nelle sostanze antisettiche da me ammesse nel 1896, farei oggi forse anche rientrare quelle sostanze antitossiche, che è da sospettare, si formino nell' organismo refrattario inoculato con virus lebbroso, per neutralizzare,

(1) Tentativi di siero-terapia nella lebbra. Comunicazione alla Soc. ital. di dermatologia — Ottobre 1895.

Giorn. ital. mal. ven. e della pelle. Fasc. II, 1896.

non dico dei veleni solubili (esotossine nello stretto senso della parola), ma veleni più o meno insolubili (endotossine) quale le proteine in genere, derivanti dalla distruzione dei corpi batterici.

*
* *

Una differenza fondamentale fra le prime ricerche e quelle attuali, sta però nel concetto direttivo che mi guidò allora e quello che mi ha guidato adesso; allora con la sola inoculazione di sostanza lebbrosa nel coniglio, credei di poter suscitare nell'organismo di questo, la produzione di una sostanza antitossica che supponevo impedisse lo svolgersi dell'infezione e di poterla avere nel siero di quest'animale in tale quantità da esercitare un'azione battericida sul bacillo di Hansen. Oggi invece, ben conoscendo come si possono ritenere, in massima, falliti i tentativi diretti ad ottenere sieri curativi da animali refrattarii inoculati direttamente col virus verso cui non sono recettivi, riprendo le ricerche, e le riprendo collo scopo di togliere o almeno di diminuire quanto è più possibile il potere battericida normale del siero di animale refrattario alla lebbra e di stimolare in questo la produzione di sostanze specifiche contro il b di Hansen e i suoi veleni. In altri termini, mi propongo di vedere se sia possibile ottenere un siero antilebbroso, inoculando di sostanza lebbrosa un animale refrattario, reso precedentemente più o meno recettivo con la diminuzione o anche colla distruzione dei complementi.

*
* *

Proponendomi di diminuire o anche di distruggere i complementi di un organismo refrattario alla lebbra e non potendo far calcolo sui complementi battericidi, perchè nessun animale, per quanto è oggi ammesso, è ritenuto recettivo rispetto alla

lebbra (1) ho preso in considerazione i complementi emolitici, perciò ho scelto per l'esperimento, un animale il cui siero fosse normalmente emolitico sui corpuscoli rossi dell'uomo, cioè lo agnello. Nella speranza che parallelamente alla diminuzione dei complementi detti, in seguito al trattamento, diminuissero anche i battericidi, e nel caso nostro, i lepricidi, e dopo di avere preso in considerazione alcuni dei procedimenti che poteano rispondere allo scopo di diminuire o anche di distruggere i complementi, ho ricorso al procedimento indicato da Wassermann, per ottenere dal coniglio, siero che fosse capace di fissare i complementi esistenti nel siero normale di cavia. Soltanto, poichè io, invece dei due termini: coniglio e cavia, aveva quelli di agnello ed uomo, ricavai dal primo il siero che dovea fissare i complementi nel secondo.

Preparato così l'uomo col siero di agnello, siccome lo scopo da raggiungere era quello di rendere l'agnello recettivo e poscia infettarlo di lebbra, inoculai questo, prima con siero anticomplementare tirato dal sangue del lebbroso trattato e poscia con sostanza lebbrosa carica di b di Hansen.

Con tale trattamento, si sarebbero, è vero, potuti ottenere, nel siero d'uomo, anche delle sostanze antisensibilizzatrici, ma tale eventualità non avrebbe potuto che essere favorevole alle mie ricerche, perchè mi avrebbe dato un mezzo per rendere anche più recettivo l'animale.

* * *

Il *10 Novembre 1904*. Salasso della giugulare di un agnello del peso di kilogr. 14; si estrae circa 22 cmc. di sangue che

(1) Perchè non li credo dimostrati e anche perchè contraddicono ai miei numerosissimi esperimenti (V. trasmissibilità della lebbra 1ª e 2ª serie di esperimenti in Rivista di igiene e sanità pubblica, 1895) non ammetto i trapassi della lebbra agli animali, che si asseriscono recentemente ottenuti. Cfr. Tiroux—Ann. d'Hyg. et méd. colon. J. VIII, N. 1. 1905. Nicolle Comptes Rendu de l'Acc. d. sc. 27 Febbr. 1905. Nè tanto meno ritengo esatta l'osservazione secondo la quale si sarebbero osservati dai ratti lebbrosi. Cfr. Déan. Journ. of Hyg. 1905 N. 1.

si lascia coagulare in larga capsula Petri al coperto di qualunque inquinamento; si separano 12 cmc. di siero, di cui 6 cmc. furono injettati il giorno 11 e 6 il giorno 16 novembre nel cellulare sottocutaneo di C. G. di anni 17 nativo dell' isola di Malta, da 3 anni affetto di lebbra mai curata e figlio di madre lebbrosa.

Il *17 Novembre 1904*, nuovo salasso di 27 cmc. dalla giugulare del medesimo agnello, da cui si ottengono 15 cmc. di siero, di cui sette cmc. si injettano il 18 e otto il 26 successivo nel cellulare sottocutaneo del medesimo lebbroso.

Il *3 Dicembre 1904*, salasso dalla giugulare di un altro giovine agnello del peso di Kil. 13 di 18 cmc. di sangue, da cui si tirano 8 cmc. di siero, che si injetta sottocute al medesimo lebbroso in unica volta.

Il *13 Dicembre 1904*, salasso dalla giugulare di un altro giovine agnello del peso di 16 kilogr., da cui si ricavano 10 cmc. di siero che vengono injettati in unica volta sempre al medesimo lebbroso.

Cosichè, fatti i conti, in 34 giorni, furono injettati al lebbroso C. complessivamente 45 cmc. di siero di agnello sano.

Fatto questo trattamento, bisognava vedere se nel siero del lebbroso trattato, fossero diminuiti i complementi emolitici.

Conoscendo che in condizioni normali 10 cmc. di siero di agnello emolizzano completamente le emasie contenute in 1 cmc. di emulsione London (5 cmc. di sangue umano defibrinato in 100 di Na. Cl. a 0, 85) mi fu possibile stabilirlo. A tal uopo, ad 1 cmc. di soluzione di Na. Cl. a 0, 85, aggiunsi in dosi via via crescenti frazioni da 0,005 a 1 cmc. di sangue del lebbroso trattato e poi successivamente cmc. 10 di siero di agnello, e trovai così che l' azione emolitica di questo era ostacolata da 0, 75 di siero di lebbroso trattato.

Il risultato di avere ottenuto un siero anticomplementare dal lebbroso trattato verso l' agnello era così raggiunto; però ove con questo siero avessi voluto distruggere tutti i complementi emolitici contenuti nella massa sanguigna dell' agnello, facendo

le dovute proporzioni, trovai che avrei avuto bisogno di una dose di siero anticomplementare enorme ed impossibile ad ottenere da un uomo, dose, che del resto, era da sospettare avesse potuto riuscire tossica all' animale. Conoscendo però, che per rendere recettivi alcuni animali ad infezioni batteriche, p. e. i colombi al carbonchio, basta inoculare dosi di siero anticomplementare infinitamente minori di quelli che occorrono negli esperimenti *in vitro* (una centesima parte ed anche meno) così mi contentai di injettare qualche cmc. per volta di siero anticomplementare.

E dal *19 Dicembre* in poi, inoculai 6 giovani agnelli e per 20 giorni, singolarmente ad ognuno 10 cmc. di siero anticomplementare, ottenuto in varii piccoli salassi fatti al lebbroso trattato.

Procedei indi all' injezione ai medesimi 6 agnelli di materiale lebbroso e nel modo seguente:

Il *giorno 11 Gennaio 1905*, cioè dopo due giorni dell' ultima injezione di siero negli agnelli, escisi dalla fronte del lebbroso C. E. di anni 27 da Pachino, ammalato da 9 anni di lebbra tubercolare, un grosso nodulo di circa cmc. 1 $^1/_2$, carico di b di H.; lo tagliuzzai colle forbici e lo ridussi in poltiglia (senza nè sabbia nè quarzo) poltiglia che diluii in soluzione fisiologica di Na. Cl. nella proporzione di 1 : 20.

Lasciai riposare alquanto e in 3 dei 6 agnelli injettai la porzione liquida per via endovenosa, e l'altra, depositatasi in fondo del mortaio, per la via sottocutanea ed endoperitoneale.

Nei rimanenti 3 agnelli, injettai un estratto acquoso-glicerico di grosso leproma, carico di bacilli di H., esciso dal braccio del medesimo ammalato C. e preparato nel modo seguente: dopo spezzettato minutamente colle forbici il leproma, lo triturai in mortaio; diluii la poltiglia ottenuta in una miscela di Na. Cl. al 0, 85 per 100 e glicerina ana, nelle proporzioni 1 di poltiglia e 30 di miscela; lasciai riposare il materiale per 18 ore e poi lo filtrai al carbone.

Tale filtrato fu iniettato ai detti 3 agnelli tanto per via endovenosa quanto per la sottocutanea ed endoperitoneale.

In tutto il corso dell'osservazione, durata dal Gennaio a Dicembre 1905, nessuno dei 6 agnelli trattati presentò fenomeni morbosi di sorta, eccetto che uno, nel quale, nei mesi di Maggio e Giugno, fu notata una certa spontanea caduta dei peli del dorso, senza visibile alterazione della sottostante cute. Tale caduta di peli, dopo il Giugno, si arrestò spontaneamente.

Il siero separatosi dal sangue di tutti e 6 i detti agnelli trattati, cavato con salassi successivi e a turno (in tutto 180 cmc.) fu adoperato per injezioni sottocutanee, a scopo curativo, nel contadino S. A. di anni 28 da Mascalucia, con pertinenze ereditarie negative e da 12 anni affetto da lebbra tubercolare (1).

Tali injezioni non sortirono effetto curativo di sorta nè prossimo nè a distanza. Infatti oggi, Aprile 1906, il S. si trova ancora ricoverato in clinica nelle identiche condizioni nelle quali si trovava l'anno scorso, prima della cura.

*
* *

Come conclusione delle esposte ricerche si ha: che con i metodi ora da me adoperati non si riesce a rendere recettivo l'agnello alla infezione lebbrosa, meglio che con qualcuno degli altri metodi pure da me sperimentati in altri animali (smilzamento, dissanguamento, narcosi, fame) (2) nè ad ottenere dallo agnello trattato, un siero che abbia azione curativa di sorta.

(1) Mi piace notare che il comune di Mascalucia non ha lebbrosi, e che nel S. la lebbra si sviluppò dopo 2 anni dacchè lasciata Mascalucia, era andato ad abitare Cibali, antico focolaio di lebbra.

(2) V. *Sul trapasso della lebbra*—2ª serie di esperimenti, Catania 1897.

Istituto Zoologico della R. Università diretto dal Prof. A. Russo.

Sopra un mostro doppio di Sus Scrofa L. (Sicefalo-Sinoto) per i dottori G. POLARA e S. COMES [1]

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI MEMBRI EFFETTIVI
Proff. R. STADERINI e A. RUSSO (*relatore*).

In questa Memoria i Dottori G. Polara ed S. Comes danno nuovi e più precisi dettagli intorno ad un mostro doppio di *Sus Scrofa L.* (Sicefalo-sinoto) facendo notare le differenze tra l' esemplare da loro studiato e quello che fu illustrato alcuni anni fa dal Calori. Tali differenze riguardano in special modo i sistemi digerente, respiratorio, scheletrico e nervoso, nei quali si riscontra una diversità di conformazione anatomica dovuta ad azioni meccaniche, che hanno agito durante lo sviluppo.

La Commissione ritiene che la Memoria dei Dottori G. Polara ed S. Comes contenga fatti notevoli, che illustrano meglio alcuni caratteri teratologici e perciò propone che sia inserita negli Atti di questa Accademia.

Il 20 marzo del corrente anno fu portato in questo laboratorio un mostro doppio di *Sus Scrofa* che, secondo le classi-

(1) Perchè il lavoro resti diviso si dichiara che il Dottor Comes si è occupato specialmente dei sistemi digerente, circolatorio e scheletrico e il Dottor Polara dei sistemi respiratorio, genito-urinario e nervoso. Entrambi presero ugual parte alle ricerche bibliografiche alle deduzioni e al resto del lavoro.

ficazioni di Isid. Geoff. Saint-Hilaire (1) e di Taruffi (2) deve annoverarsi fra i Sicefali Sinoti.

Sebbene un caso simile sia stato egregiamente illustrato dal Calori (3) pure le curiose e nuovi anomalie degli organi interni, che il nostro soggetto presenta, ci hanno indotto a studiarlo e a descriverlo.

Forma esterna e dimensioni

Il mostro (4) è costituito da due individui pressocchè egualmente sviluppati, uniti dall' ombelico in su fino all' estremità facciale. L'asse di unione è quasi parallelo agli assi vertebrali dei singoli individui nella parte posteriore, mentre su di esso questi ultimi si inclinano vie più che si procede verso la testa.

Nello stesso senso la fusione va facendosi sempre più intima: i due soggetti infatti hanno le regioni ipogastriche completamente libere e gli arti posteriori normali e normalmente disposti per rispetto ad ognuno dei due componenti.

La parte superiore dell' addome ed il petto sono opposti l' uno all' altro e quindi due degli arti toracici sono rivolti dal lato ventrale del mostro, gli altri due dal lato dorsale. I due ventrali corrispondono al destro del soggetto di destra e al sinistro del sinistro e i due dorsali al sinistro del destro e al destro del sinistro. Il mostro quindi posava su 6 piedi, quattro posteriori e due anteriori, portando gli altri due anteriori dorsalmente.

Le due colonne vertebrali parallele nella parte posteriore si incurvano lateralmente nella regione dorsale spostandosi rispettivamente verso destra nell' individuo destro e verso sinistra nel

(1) ISID. GEOFFR. SAINT HILAIRE — *Histoire des anomalies de l'organisation* — Paris Librairie I. B. Bailliere 1836.

(2) TARUFFI C. — *Sull'ordinamento della Teratologia*—Memorie dell'Accademia di Scienze dell' Istituto di Bologna T. V. S. V. 1896, pag. 696-706.

(3) CALORI L. — *Dell' Iniope e del Sinoto, dei caratteri comuni e proprî e dei varî Sicefali e della loro genesi*—Memorie dell'Acc. delle Sc. Ist. Bologna T. V. Ser. IV. 1883 p. 143-185.

(4) A dire di chi ce lo portò, il mostro nacque ad un parto insieme con altri porcellini, e morì tre giorni dopo la nascita.

sinistro e ritornano infine nella regione cervicale a decorrere quasi parallelamente. Per tal modo se si uniscono con una linea le apofisi spinose di tutte le vertebre di una stessa colonna, essa risulterà una curva con la convessità rivolta all' in su e all' infuori. (V. fig. 1).

Fig. I. — Fotografia dello sterno superiore del mostro.

Dal sudetto modo di unione consegue che lo sterno di ogni individuo è rimasto diviso sulla linea mediana e le sue due metà sono state ritorte lateralmente e trasportate sui fianchi, dove, in contatto con le due metà simili e simmetricamente disposte dello sterno dell'altro individuo, si sono riunite formando due sterni comuni ai due individui, laterali rispetto ad ognun di essi, dorsale e ventrale rispetto al tronco del mostro (v. f. 1).

Le colonne vertebrali fanno capo ad una testa unica molto grossa nella regione occipitale, situata all' estremità anteriore dell'asse di unione, diretta verticalmente in basso per rispetto al mostro, lateralmente riguardo ad ognuno dei componenti. Ai due lati della testa esistono due orecchi normali e lungo la linea di congiungimento di essi, alla sommità occipitale ne esistono altri due molto rudimentali, privi di condotto uditivo esterno.

Si trovano due occhi normali per posizione. Ma mentre il sinistro è completo, il destro manca del cristallino ed è contenuto in una cavità orbitaria ridotta.

I due soggetti sono di colore identico: bianchi sul dorso e negli arti, neri nella testa con macchia bianca al grugno, neri nella regione sacrolombare e nelle code.

Dalla inserzione della coda alla sutura lambdoidea l'individuo sinistro misura mm. 170, il destro mm. 172. La testa ha un diametro antero posteriore lungo 49 ½ mm. nel sinistro, 51 nel destro ed un diametro trasverso massimo di mm. 44.

Cavità del Corpo

Ognuno dei due individui ha una cavità toracica ed una addominale propria molto più sviluppate nell'individuo di sinistra, di meno in quello di destra, per cui le due cavità sinistre si estendono per breve tratto sulle destre.

Apparato Digerente

L'apparato digerente ha una disposizione essenzialmente diversa da quella descritta dal Calori e solo alcune leggere somiglianze esistono fra le cavità boccali rispettive. Nel Sinoto da noi osservato la bocca è una cavità unica priva della volta del palato e comunicante direttamente con le fosse nasali, essa cioè presenta quella speciale conformazione conosciuta in teratologia sotto il nome di *gola di lupo*. Nel soggetto studiato dal Calori mancavano solo le porzioni orizzontali delle ossa palatine.

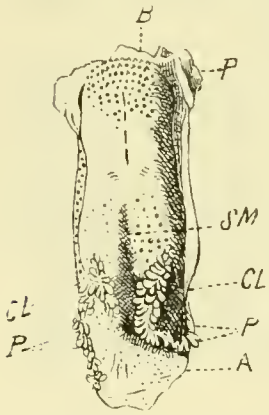


Fig. II.—Semischematica della lingua: *A* apice della lingua— *B* base — *CL* creste linguali— *P* papille — *SM* solco mediano.

La lingua è unica, molto grossa alla base, dilaminata all'apice; essa presenta due creste laterali rivolte in alto verso la cavità boccale e fornite di lunghe e vistose papille, che si estendono anche al margine laminare anteriore. Fra le due creste corre un solco (v. f. 2) evidentemente dovuto alla pressione esercitata sulla lingua dal vomere, il quale produrebbe ancora il rialzo delle parti laterali della lingua e l'introduzione di esse nelle cavità nasali. Le grosse e numerose papille ricordano quelle scagliose dei pesci e dei rettili.

Segue un'unica faringe ed un unico esofago molto sviluppato e contenuto nella cavità toracica sinistra. L'esofago immette in uno stomaco contenuto pur esso nella cavità addominale sinistra e costituito da due tasche laterali, fra le quali corre un solco mediano che continua l'esofago direttamente col duodeno. Esso risulta senza dubbio dalla fusione dei due stomachi, avvenuta per le piccole curvature ed il solco descritto rappresenta i bordi delle pareti gastriche venute in contatto. L'intestino è unico fino alla prima ansa del duodeno, quivi esso si biforca e dà due rami. L'uno si continua, dopo aver ricevuto lo sbocco del coledoco del fegato di sinistra, (contenuto nella cavità addominale sinistra) fino all'estremità anale dell'individuo sinistro: esso è del tutto normale. L'altro invece, appena ricevuto lo sbocco del coledoco del fegato di destra (contenuto anch'esso nella cavità addominale sinistra) si suddivide in due branche, delle quali l'una, continuandosi per lungo tratto nella cavità addominale sinistra, va a congiungersi, immediatamente dopo la sua appendice cecale, con il principio del retto dell'intestino sinistro, l'altra, perforato il setto divisorio tra le cavità dei due individui, passa nell'altro soggetto e dopo breve percorso rettilineo va a sboccare all'esterno, nello stesso modo come avviene per l'individuo di sinistra. Sotto questo riguardo l'individuo destro si può considerare come parassita dell'individuo di sinistra, giacchè manca dell'esofago, dello stomaco e della parte assorbente del-

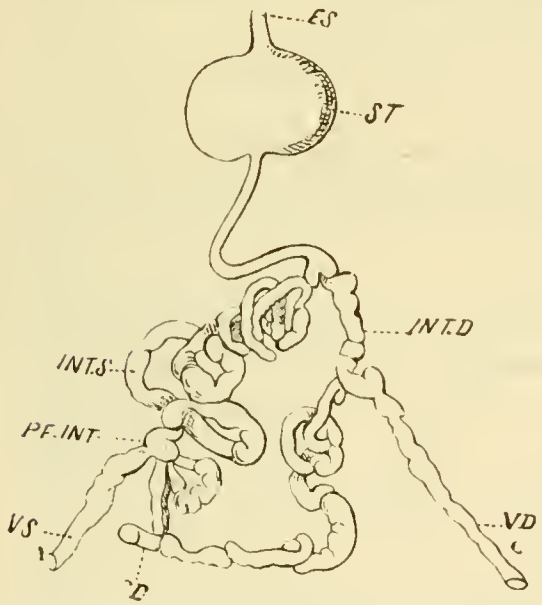


Fig. III. — Semischematica dell'apparato digerente: *CD* cieco destro — *ES* esofago — *INTS* intestino sinistro — *INTD* intestino destro — *PFINT* punto di fusione degli intestini destro e sinistro — *RD* retto destro — *RS* retto sinistro.

l' intestino. Questa disposizione dell' intestino è intimamente legata all' esistenza di una sola bocca e di una sola faringe (v. fig. 3).

Abbiamo osservato una sola milza ed un solo pancreas contenuti nella cavità sinistra e, come si è detto avanti, due fegati nettamente distinti, l'uno a livello dello stomaco, l'altro più in basso e a destra, meno sviluppato del primo, contenuti entrambi nella cavità sinistra.

Le glandule sottolingnali, le parotidi e le sottomascellari sono normali.

Apparato Respiratorio

Anche l' apparato respiratorio differisce essenzialmente da quello descritto dal Calori.

Esistono due laringi, due trachee, quattro grossi bronchi e quattro polmoni.

Le due laringi e le due trachee sono disposte in piani diversi, l'una avanti all'esofago, l'altra dietro e spostata un po' a destra. Le due trachee decorrono nella cavità toracica sinistra, però il bronco destro della trachea superiore entra nel polmone sinistro dell'individuo di destra e corrispondentemente il bronco destro della trachea inferiore penetra nel polmone destro dell'individuo di destra (v. f. 4). Così i bronchi, che vanno ai polmoni contenuti nella cavità toracica di

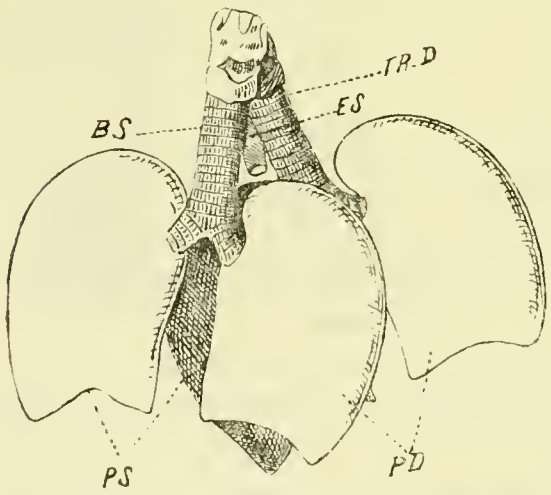


Fig IV. — Semischematica dell' apparato respiratorio: *ES* esofago — *PD* polmoni dell' individuo destro — *PS* polmoni dell' individuo sinistro — *TRD* trachea destra — *TRS* trachea sinistra.

ogni individuo, non provengono dalla stessa trachea, ma appartengono ad entrambe. L'interpretazione di questa curiosa e nuova (1) disposizione è abbastanza difficile.

Possiamo pensare che la porzione anteriore del tubo entodermico formatasi nella cavità dell'individuo sinistro lungo la linea mediana del mostro, nei primi momenti dello sviluppo abbia dato origine a due tubi respiratori l'uno superiore e l'altro inferiore, ognuno dei quali trovava lo spazio necessario per allogare nella cavità sinistra solo uno dei polmoni, mentre l'altro, che rasentava il setto divisorio dei due soggetti, doveva necessariamente attraversare quest'ultimo e penetrare nella cavità adiacente giacchè la inestensibilità e la scarsa flessibilità del tronco non permettevano una ritorsione nella stessa cavità.

Apparato Circolatorio

Anche l'apparato circolatore è diverso da quello riscontrato dal Calori.

Esso è quasi normale nei due individui.

Esistono due cuori, il sinistro alquanto più sviluppato del destro. In questo ultimo l'arteria polmonare corre parallela all'arco aortico che perciò nel suo primo tratto non è sormontato da quella. Il cuore sinistro è disposto nella cavità sinistra fra i due bronchi della trachea superiore, il destro nella cavità destra rasenta il margine divisorio ed è disposto tra i due bronchi della trachea inferiore.

Non abbiamo potuto seguire il resto del sistema circolatore per le condizioni poco propizie, in cui si trovava il mostro.

Apparato Genito-Urinario

Esso è invece pressochè identico a quello del Sicefalo del Calori. Si trovano 4 reni normali i due del sinistro collocati

(1) Dalle estese ricerche bibliografiche fatte risulta che tale anomalia non è stata finora riscontrata.

nella cavità addominale sinistra alquanto più sviluppati dei corrispondenti destri, i quali sono alquanto più ravvicinati fra di loro per lo scarso sviluppo della cavità peritoneale destra, in cui sono allogati. Quattro ureteri normali mettono capo a due vesciche anch'esse normali. Esistono in ogni individuo due arterie ombelicali già obliterate e un uraco normale, facenti tutti capo all' unico ombelico.

I due soggetti però sono entrambi di sesso femminile con utero e ovaie più sviluppati nel sinistro.

Scheletro del tronco e degli arti (1).

Le due colonne vertebrali sono anatomicamente identiche: ognuna di esse ha 6 vertebre cervicali, 13 dorsali, 10 lombari, 5 sacrali e 10 caudali perfettamente normali. L' anomalia numerica per difetto alla regione cervicale è compensata, come si vede, nella regione dorsale. Le coste sono 13 paia per ogni individuo, di cui sette, le vere coste, si sviluppano enormemente per congiungersi con le corrispondenti dell'individuo vicino nello sterno rispettivo.

Lo sterno ventrale (relativamente al mostro) è più sviluppato del dorsale. Alla loro inserzione con lo sterno, le coste dorsali (sempre relativamente al mostro) formano un' arcata molto più convessa della ventrale mentre fra il loro punto d'inserzione alle vertebre e le apofisi spinose mostrano un avvallamento, dove si dispongono le scapole destra del sinistro e sinistra del destro (v. fig. 1).

La causa di questo avvallamento si deve ricercare nella mutua compressione più fortemente esercitata dai due individui lungo la linea dorsale del piano di unione.

Tutte le ossa degli arti sono normali.

(1) Il Calori non descrive, nè figura lo scheletro del tronco e degli arti del suo soggetto.

Scheletro della testa

Sebbene nelle linee generali la descrizione dello scheletro della testa mostruosa data dall' anatomico di Bologna coordini con la nostra, pure importanti e numerose sono le differenze.

La forma del cranio è emisferica con la porzione posteriore con raggio di curvatura minore di quello della parte anteriore mentre nel normale la forma è pressocchè quella di un prisma retto a base triangolare. Mentre nel normale la sommità dell' occipitale superiore costituisce il punto più alto del cranio e le altre ossa, che seguono ad esso, sono disposte su di un piano declinante in avanti, nel mostro la disposizione è diversa. I due parietali risalgono a curva in alto, raggiungono i due frontali segnando al punto di unione, corrispondente alla fontanella bregmatica, il punto di massima altezza cranica. Di qua la curva decresce rapidamente fino all' estremità nasale.

Così fatta la linea di contorno della testa mostruosa richiama, specialmente nella sua parte posteriore, quella dell' uomo (fig. 5).

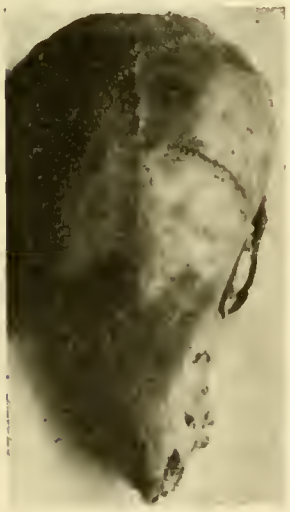


Fig. V.—Fotografia della scatola cranica.

La duplicità della colonna vertebrale si continua nella parte posteriore della testa.

Gli occipitali sono due, disposti lateralmente alla linea mediana di unione. Essi hanno un *foramen magnum* per ognuno un poco inclinato dall'alto al basso e dall'indietro all'avanti, mentre nel normale il foro occipitale è verticale.

In ogni occipitale si distinguono un occipitale basilare disposto sul piano della mandibola, uno laterale, inclinato un po' sul primo diretto dall' interno all'esterno e formante col piano sudetto un angolo

ottuso verso la linea mediana. Le apofisi giugulari sono normali, le due interne sono addossate ai lati della linea mediana di fusione e ridotte. Fra i due occipitali superiori si trova un ossicino soprannumerario di forma pentagonale (v. fig. 6), che si può considerare come derivante dalla fusione delle due squamme dei temporali interni dei due individui.

Il Calori descrive quest' osso formato dalla fusione delle squamme dei temporali interni con un solco mediano (sicuro accenno di duplicità) confinante in alto coi due parietali, mentre nel nostro soggetto esso è più piccolo e compreso fra i due occipitali superiori e l'interparietale, che evidentemente mancava nel soggetto del Calori.

La forma di ognuno dei due parietali è quella di un quadrilatero (v. fig. 6) molto diversa dal normale avvicinandosi invece a quella del parietale umano. Infatti esiste una bozza parietale, che manca nel normale e mentre quivi il parietale è formato di due parti, una orizzontale e l'altra quasi verticale e unentesi con la prima lungo una cresta ad angolo leggermente ottuso, nel mostro manca tale distinzione essendo il parietale costituito da una unica parte convessa all'infuori, però la sutura temporo-parietale è, come nel normale, convessa in basso. Fra i due margini superiori interni degli occipitali superiori e la parte posteriore interna dei margini posteriori dei parietali esiste un interparietale, che assume uno sviluppo notevole anche fra i due occipitali. Esso è disposto in avanti e all'insù dell'osso soprannumerario descritto. La sua forma è esagonale (v. fig. 6).

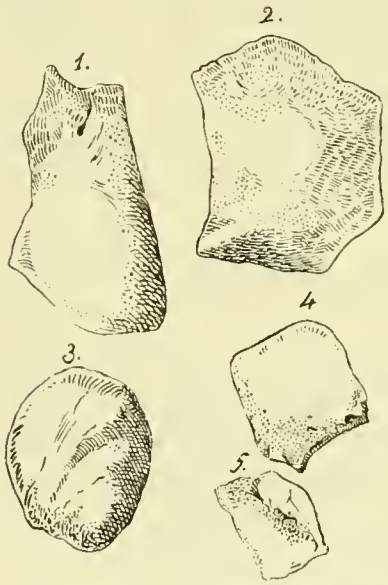


Fig. VI. — Ossa principali del cranio: 1. frontale — 2. parietale — 3. occipitale superiore — 4. interparietale — 5. osso soprannumerario interoccipitale.

I temporali sono 4, gli esterni dei due individui normalmente sviluppati; delle quattro apofisi mastoidee le interne sono molto ridotte e disposte lungo la linea mediana ed ai suoi lati. Lungo la linea mediana avanti a loro e fra i due occipitali basilari esiste un foro triangolare, che si deve intendere originato dalla fusione dei due forami lacero-anteriori interni corrispondenti. Esistono quindi tre forami lacero-anteriori in tutto, come nel soggetto del Calori. In avanti del foro i basi-occipitali si uniscono lungo la linea mediana. Similmente le rocche dei temporali interni sono ridotte e per la compressione laterale acquistano uno sviluppo maggiore in lunghezza senza però saldarsi fra di loro, come nell'esemplare del Calori. Sulla loro superficie si notano i forami dei condotti uditivi interni poco sviluppati e i fori mastoidei ridotti ad un leggero infossamento. Esistono quindi 4 fori uditivi interni e solo due veri forami mastoidei. I fori lacero-posteriori sono occlusi lungo la linea di unione delle rocche sudette da membranelle ossee, in tutto quindi i fori lacero-posteriori sono 4 di cui i due interni incompleti, contrariamente a quanto avveniva nel soggetto del Calori, dove erano tutti e quattro egualmente sviluppati.

I fori dei condotti uditivi esterni delle rocche mediane sono coperti dall'osso soprannumerario e quindi non comunicano con gli orecchi rudimentali descritti. Nei temporali esterni manca la cresta, che nel normale si estende dal foro auricolare esterno alla sutura temporo-parietale.

Lo sfenoide è unico e normale. Esso si unisce per la base, munita di due facce convergenti indietro con il margine anteriore dei due basi-occipitali, formando una *sella turcica* molto profonda e superiormente limitata da due apofisi clinoidee molto sviluppate. Nel soggetto del Calori il basisfenoide è doppio, il posteriore è rudimentale e situato sulla linea mediana. I due forami ovali e le due fessure sfenoidee sono normali. Degna di nota è l'origine dei forami ottici da un infossamento osseo comune, diretto dall'indietro all'avanti e a sghembo verso sinistra;

il destro molto più stretto del sinistro dà passaggio al nervo ottico molto ridotto, che immette nella cavità orbitaria con l'occhio privo del cristallino, il sinistro è invece normale.

La cecità è dovuta quindi alla mancanza del cristallino e all'atrofia del nervo ottico.

L'alisfenoide destro è più inclinato verso l'esterno del sinistro, il quale è meno concavo e limita quindi una cavità orbitaria più grande della corrispondente destra. Il limite anteriore, infatti della cavità orbitaria destra è più indietro del corrispondente di sinistra. L'etmoide è unico e normale, così pure i frontali.

Tutte le ossa della faccia sono normali e come appartenenti ad un solo individuo, eccezion fatta degli intermascellari privi delle apofisi palatine e delle ossa palatine, che mancano affatto (mancano quindi anche le coane).

Dalla fatta descrizione risulta che la duplicità della testa cessa di rendersi evidente all'interno dalla sella turcica in avanti ed all'esterno dai parietali ai nasali.

La cavità cranica in complesso è molto diversa dalla normale: questa è ad imbuto allungato e con la parte slargata all'indietro, quella del mostro è, come la scatola cranica, emisferica. Cavità e scatola cranica somigliano alle corrispondenti parti dell'uomo, come s'è fatto notare, rassomiglianza dovuta certamente ad un fenomeno di convergenza prodotto da azione meccanica.

Sistema Nervoso Centrale

Il cervello nella parte anteriore è unico e normale. Le circonvoluzioni cerebrali sono numerosissime e non simmetricamente disposte nei due emisferi; così la scissura superiore interna dell'emisfero destro decorre dalla parte posteriore del lobo parietale alla anteriore del lobo frontale, mentre la corrispondente dell'emisfero sinistro si termina solo al terzo anteriore dello

stesso (1). I corpi quadrigemini sono disposti lungo una stessa linea trasversale mentre nel normale si dispongono due in avanti e due indietro. Di essi i due mediani sono più grossi, i due laterali meno sviluppati. Ma appare evidente che i due di destra, uno più grande, l'altro più piccolo appartengono al nuovonato destro e gli altri due al sinistro perchè ognuno della coppia destra, come ognuno della coppia sinistra porta un solco trasversale poco pronunziato, è vero, ma certo valevole ad attestare la duplicità d'ognuno, risultante dalla fusione di due corpi quadrigemini: l'anteriore e il posteriore. L'epitisi manca del tutto.

Si trovan solo due corpi genicolati l'uno appartenente all'individuo destro, l'altro al sinistro. È interessante a notare l'andamento delle due benderelle ottiche, che dal chiasma dei nervi ottici si portano in alto e indietro passando avanti e vicino ai corpi genicolati, ai quali non si fermano, ma, procedendo oltre, vanno a portarsi al disopra dei talami ottici corrispondenti terminandosi alla parte posteriore di questi ultimi cioè ai due pulvinar.

Le cavità dei ventricoli laterali sono normali, molto sviluppata invece è la cavità del terzo ventricolo, da cui partono, lateralmente alla linea mediana, due aquedotti di Silvio, ognuno dei quali mette capo alla cavità di un quarto ventricolo decorrente dall'interno verso l'esterno.

Esistono due cervelletti, sormontante ognuno la cavità del quarto ventricolo corrispondente; ogni cervelletto è fornito del verme e degli emisferi cerebellari all'esterno, dell'albero della vita nel suo interno. Dei quattro peduncoli cerebrali, che abbiamo riscontrato, i due esterni si continuano direttamente nel midollo allungato rispettivo, gl'interni si saldano fra di loro lungo la linea mediana formando un istmo che si continua di-

(1) Le circonvoluzioni risultano perfino più numerose delle circonvoluzioni di un cervello adulto.

rettamente con un lobo intercerebellare soprannumerario molto sviluppato ed interposto fra i due cervelletti (v. fig. 7).

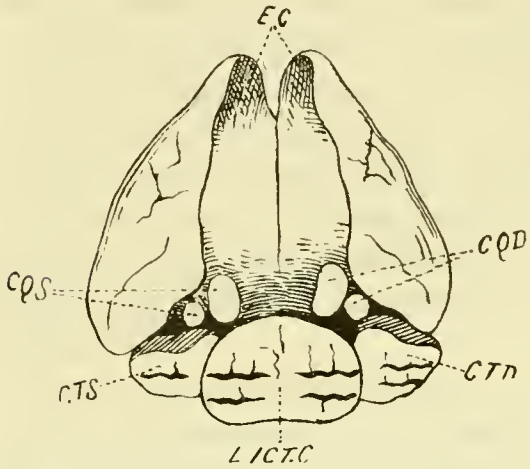


Fig. VII.—Schematica del cervello: *CQS* corpi quadrigemini sinistri—*CQD* corpi quadrimini destri—*CTS* cervelletto sinistro — *CTD* cervelletto destro *EC*—emisferi cerebrali—*LICTC* Lobo intercerebellare cuneiforme.

Prima di congiungersi col lobo sudetto i peduncoli interni danno un ramo laterale, che prende parte, insieme con i peduncoli esterni, alla formazione del midollo allungato corrispondente.

Il lobo intercerebellare su descritto è ricoperto per intero dall' inter-parietale e dall' osso soprannumerario inter-occipitale. Una formazione encefalica molto vicina a quella da noi or ora accennata fu ritrovata anche dal Calori. Egli, avendo riscontrato nel suo esemplare « due cervelli, uno vescicolare posteriore con una cavità ventricolare, ed uno anteriore perfettamente normale » ritenne che il cervello posteriore rappresentasse la vescicola cerebrale anteriore primitiva. Il cervello posteriore del Calori è anch'esso una formazione soprannumeraria molto simile per posizione e per forma a quella da noi segnalata.

Ma mentre questa è situata tra i due cervelletti laterali e un po' all' infuori nella linea mediana, combaciando i suoi margini esterni con i margini interni degli emisferi cerebellari, quella del Calori è posta sempre fra i due cervelletti, ma alquanto in avanti sulla linea mediana per modo che i bordi interni degli emisferi cerebellari ricoprono in parte i bordi esterni del corpo soprannumerario. Inoltre la nostra è priva di cavità ed è formata invece da circonvoluzioni trasverse simili in tutto a quelle dei cervelletti e come in questi differenziate sulla linea mediana in un vero e proprio verme, quella del Calori presenta una cavità ed è priva di circonvoluzioni, come dimostrano i

suoi disegni. Evidentemente al nostro caso non può convenire l' interpretazione che l' Anatomico di Bologna ha dato a siffatta formazione, sia perchè essa ha tutti i caratteri esterni d'un cervelletto e presenta un regolare albero della vita nel suo interno, sia perchè, esistendo due talami ottici normali, non possiamo comprendere la presenza d' una vescicola cerebrale indivisa. Senza dire che difficile sarebbe il concepire uno spostamento cotanto pronunziato della prima vescicola cerebrale indivisa posteriormente ai talami ottici e alle lamine quadrigemine. E se il Calori ammette, come risulta dal suo lavoro, che « dalle gambe del cervello e dalle braccia dei tubercoli quadrigemini cominci l' unione dei cervelli propriamente detti » come possiamo comprendere la presenza d' una vescicola cerebrale primitiva indivisa quando essa si sarebbe dovuta fondere del tutto colla corrispondente ? Pertanto, con tutti i riguardi dovuti alla memoria dell' Illustre Scienziato, noi ci permettiamo di dissentire al riguardo dalla sua ipotesi e crediamo piuttosto che il lobo soprannumerario sia prodotto dalla proliferazione delle metà degli emisferi cerebellari, che costeggiano la linea mediana d'unione.

Lobo ed osso sono senza dubbio formazioni volute dalla necessità di sostegno dalle parti adiacenti, e da queste per un adattamento cenogenetico prodotti, come per altro ebbe a dichiarare per l' osso lo stesso Calori.

Posteriormente al cervelletto ogni parte del tubo encefalo midollare è normale.

CONCLUSIONI

Il mostro in esame, nella progressiva fusione delle sue parti dall' indietro all' avanti fa rilevare quanto possa l' azione meccanica nello sviluppo ontogenetico. Ad essa crediamo si debbano attribuire la conformazione dello scheletro cranico e le modificazioni di posizione e di forma avvenute nelle colonne verte-

brali. In essa si deve ricercare la causa della ipertrofia delle parti che non mostrano accenno di duplicità, dove al mancato sviluppo d' una parte simmetrica fa riscontro una proliferazione cellulare compensatrice. All' azione meccanica ancora si debbono riferire da un lato le strane disposizioni di organi molli (apparato respiratorio, digerente ecc.) dall' altro la formazione di parti soprannumerarie (lobo intercerebellare, osso interoccipitale) in organi importantissimi tra i primi a differenziarsi, o il mancato sviluppo di altre parti non meno importanti nè meno primitive (cristallino destro, condotto uditivo esterno delle orecchie atrofiche ecc.). In tutto lo sviluppo insomma prevalgono e s'impongono processi cenogenetici.

L' uguaglianza di sesso dei due soggetti, la presenza d' un solo cordone ombelicale comune a tutti e due depongono a favore dell'origine monocoriale del mostro.

Infine il nostro caso non può presumere di risolvere l' importante e sempre dibattuta quistione teratogenetica dei mostri doppî , nessuna delle sue anomalie propugnando a favore della ipotesi per divisione di un'unica area embrionale o di qualche sua parte piuttosto che a favore dell'altra per fusione di due.

Ad ogni modo le anomalie presentate dal mostro studiato ci fanno sempre più convincere che nello sviluppo ontogenetico, abbia molta parte l'azione modificatrice dell'ambiente.

S. SCALIA

Sopra alcune singolari formazioni montuose del Messico

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE, COMPOSTA DEI SOCI EFFETTIVI
PROF. A. RUSSO E L. BUCCA (*relatore*).

Il lavoro del D.r S. Scalia, riguardante alcune formazioni geologiche del Messico, dov' egli per più di un anno ha occupato il posto di Geologo, presenta un grande interesse in relazione alle ipotesi della formazione delle montagne.

Dopo gli studi del Suess si è ammesso generalmente che le montagne fossero dovute esclusivamente all' azione di spinte laterali: studi recenti di valenti geologi sulle formazioni laccolitiche del Nord America e dell'Europa centrale, tendono a provare che le rocce eruttive intrusive hanno spesso contribuito al sollevamento di alcune parti della crosta terrestre; ciò richiama le idee di L. v. Buch riguardo all'origine delle montagne. — Lo studio del D.r Scalia che illustra alcuni nuovi esempi di sollevamenti originati da spinte verticali, merita di essere accolto dall'Accademia, e pertanto la Commissione di Revisione ne propone la pubblicazione nei suoi Atti.

Nel mese di marzo dell' anno passato veniva incaricato dalla Direzione dell' Istituto Geologico di Messico, del quale facevo allora parte in qualità di Geologo, di fare uno studio della regione compresa fra Torreon e Monterey seguendo il ramo della Ferrovia Centrale Messicana, per preparare un' escursione per il X Congresso Geologico Internazionale che si riunirà prossimamente in Messico.

Circostanze speciali mi hanno impedito fino ad ora di rendere pubbliche le osservazioni geo-tettoniche da me fatte in quella interessante regione montuosa, affatto sconosciuta dai geologi. Sarebbe stato mio vivo desiderio poter corredare questa breve nota di alcune immagini fotografiche di quelle località e di poter presentare uno studio completo del ricco materiale paleontologico, nuovo in parte per il Messico, che vi ho raccolto. Però, tornando dalle mie escursioni alla capitale, mi vennero rubate le numerose fotografie che avevo fatte, i libretti di appunti, la macchina fotografica ed altri strumenti, nonchè alcuni bellissimi fossili che portavo con me in una valigia. La massima parte dei fossili li avevo spedito in precedenza all' Istituto Geologico, dove in seguito al mio definitivo allontanamento, credo saranno stati affidati in istudio al Dr. Emil Böse, geologo capo presso lo stesso Istituto.

Debbo rendere qui i miei più sentiti ringraziamenti ai Signori Antonio Teresa e Benito García Prieto per l'ospitalità gentilmente concessami alla Fattoria La Luz, senza di che non avrei avuto la possibilità di fare alcune interessantissime escursioni nella Sierra de la Paila, completamente isolata dal consorzio umano.

*
* *

Viaggiando da Torreon a Monterey sulla Ferrovia Centrale Messicana, si attraversa dapprima una vasta pianura nella quale le rigogliose coltivazioni di cotone, cedono ben presto il posto ad un arido deserto, limitato in lontananza dalla Sierra de la Paila, al Nord, e dalla catena montuosa di Parras, al Sud. La vasta pianura compresa fra queste montagne è una delle più aride ed uniformi di quante altre mi fu dato vedere nella Repubblica Messicana, durante il mio soggiorno in quel paese.

La scarsa vegetazione che qua e là vi stenta la vita, è composta prevalentemente da rachitiche acacie, da piccole agavi (*Agave exacantha*), da yucche e da varie specie di cactacee nane,

che riescono a stento a trattenere le mobili arene, le quali formano spesso delle dune a volte abbastanza notevoli e sollevate in numerosi *remolinos de polvo* (turbini di polvere), si spostano continuamente in forma di colonne gigantesche sulla vasta ed arida distesa.

In prossimità, e a Nord, dello scambio di Venus, sorge dalla pianura uniforme un gruppo di piccole alture, disposte in forma di *croissant*, al cui lato interno l'erosione ha messo allo scoperto le testate degli strati, inclinati in tutte le direzioni verso la periferia, dove spariscono ben presto sotto ai banchi di conglomerati e di sabbie alluvionali circostanti.

Alture simili si scorgono in maggior numero e più elevate verso il Sud, dove formano una vasta zona accidentata, nella quale sono disposte in vari sistemi di cerchi, come quelli che si otterrebbero facendo cadere contemporaneamente dei sassolini in vari punti di uno specchio d'acqua.

Queste colline sono tutte costituite da strati di marne variegate, prevalentemente verdicce o giallastre, alternanti con grossi banchi di arenarie marnose, verdastre, molto ossidate esternamente, che prevalgono in alto e costituiscono generalmente le creste delle colline.

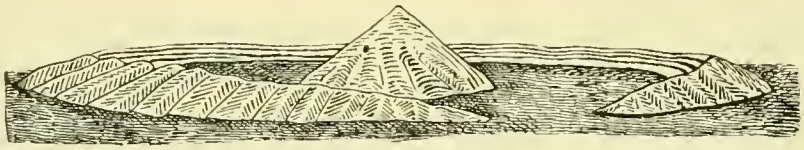
Delle stesse rocce è costituita la caratteristica prominenza che si eleva come un tronco di cono tra gli scambi di Marte e di Brisa, terminando in alto con una piattaforma perfettamente orizzontale, formata da grossi banchi di arenaria.

In prossimità della stazione di Hipólito, la strada ferrata si accosta ai contrafforti sud-orientali della vasta formazione calcarea della Paila, così denominata perchè verso la sua parte centrale esistono delle doline, le quali a volte raggiungono parecchi chilometri di diametro e varie centinaia di metri di profondità, che dai primi esploratori furono rassomigliate a delle pentole enormi. (1)

(1) *Paila*, in lingua del paese significa appunto: pentola, caldaia ecc.

Oltrepassata la stazione di Sauceda, presso lo scambio di Arispe, la Ferrovia Centrale attraversa una serie di alture, costituite dalle solite marne alternanti con le arenarie, che verso il Sud-Ovest si elevano a più di 1000 metri sulla pianura e si estendono in vasto semicerchio dalle vicinanze della stazione di Reata fino al Sud degli scambi di Ceres e di Minerva per più di 200 chilometri. Tutte queste alture formano come una gigantesca muraglia che segue il contorno della Paila ad una distanza dai 15 ai 30 chilometri e presentano il loro lato interno scosceso, lungo il quale si possono seguire per tutta la loro estensione le testate dei grossi banchi di arenaria, sporgenti tra le marne e largamente ondulati, mentre sul versante esterno gli strati s' inclinano in giro verso tutte le direzioni come i resti di una cupola gigantesca il cui centro corrisponderebbe a quello della grande formazione calcarea della Paila.

Vedremo in seguito, a quali fenomeni geologici è dovuta questa singolare formazione montuosa, simile in tutto alle altre che giacciono più all' Est, verso Monterey, e che per essere di minori dimensioni si prestano meglio ad un esame più minuzioso della loro struttura.



Il circo di Anhelo visto dalla stazione di Paredón.

A Nord dello scambio di Amargos e della stazione di Paredón, il potente complesso di marne e di arenarie si dispone in forma di un vasto circo, di circa 45 chilometri di circonferenza, interrotto in corrispondenza a certe ondulazioni degli strati, che per brevi tratti sono stati completamente asportati dalle poderose correnti alluvionali defluenti verso l' esterno. Vicino ad una di queste interruzioni sorge la stazione di Anhelo, della Ferrovia Internazionale.

Gli strati delle marne e delle arenarie mostrano le loro testate rivolte verso l' interno del circo, in mezzo al quale sorge una montagna calcarea di forma conica, nella quale si scorgono i grossi banchi di calcare inclinati in giro dal centro della cupola verso l' esterno.

Su questi calcari l' azione erosiva degli agenti atmosferici ha inciso un regolare disegno a zig-zag, risultante dalla sovrapposizione di strati sempre più estesamente erosi verso l'esterno, in corrispondenza alle creste che delimitano i valloni radiali scavati dalle acque che scendono dalla sommità della montagna. Un disegno uguale, anzi ancora più regolare ed appariscente, presentano esternamente le marne e le arenarie i cui strati, inclinati in giro in tutte le direzioni, circondano la pianura dalla quale affiora la massa calcarea centrale.

Questo fenomeno è così evidentemente dovuto all' azione erosiva delle acque irradiantesi dal centro della cupola, che sembra addirittura strano come il Sig. Aguilera, Direttore dell'Istituto Geologico di Messico, abbia potuto incorrere nello errore di crederlo dovuto ad un vero piegamento a zig-zag degli strati (1).

La pianura a Sud di Paredón è limitata da un altro vasto circo di colline costituite dalle solite marne alternanti con grossi banchi di arenarie che hanno le testate rivolte verso il centro della pianura, dove però non si vede affiorare la formazione calcarea. Anche più all' Est, vicino alla stazione di Arista, della Ferrovia Internazionale Messicana, si scorgono i resti di due piccole cupole, costituite da arenarie e da calcari alternanti con brecciole calcaree e con marne. A poca distanza dal villaggio di Mina sorge un'altra collina, la cui cresta circolare dentellata per effetto dell'erosione, rassomiglia ad un cratere di esplo-

(1) Aguilera — *Itinerarios geológicos* (*Bosquejo Geológico de México*, Boll. d. Inst. Geol. de México, Núms. 4, 5 y 6, pag. 135, 1897) « *Esta sierra está formada de capas plegadas con zig-zags tan regulares que tomadas alternativamente las ramas de los zig-zags, estas son perfectamente paralelas.* »

sione un po' smantellato. In un'altra collina, di maggiori dimensioni, posta a Nord-Ovest di Mina si scorgono come nel circo di Anhelo, benchè in proporzioni molto minori, gli strati calcarei sollevati in forma di una cupola bassa a contatto immediato con le marne e le arenarie, ciò che denota uno stadio di sviluppo intermedio tra quello della cupola di Anhelo, nella quale i calcari sono stati portati molto in alto e quello delle basse cupole, appena abbozzate, che si elevano tra la stazione di Paredón e lo scambio di Arispe, nelle vicinanze dello scambio di Venus, ecc.

Lateralmente alla strada ferrata, tra la stazione di Paredón e lo scambio di Arispe, come anche nella regione ad Est e a Nord dello scambio di Delgado, ecc., si scorgono delle basse colline, più o meno circolari, incavate internamente in forma di coppa e a volte abbastanza estese, nelle quali gli strati pendono dalla periferia verso il centro della concavità, mentre sui fianchi esterni si possono seguire per tutto il loro contorno le testate erose degli strati, largamente ondulati.

Al disotto della poderosa formazione di arenarie e di marne, tra lo scambio di Icamóle e la stazione di García (sulla Ferrovia Centrale) affiora lungo la strada ferrata un complesso di strati calcarei, grigio-chiari od oscuri, spessi da 15 a 50 cm., ai quali segue ben tosto una poderosa pila di grossi banchi calcarei, grigio-oscuri, dai quali risultano formate varie cupole ellissoidali molto allungate, come quelle di Pesqueria, di Topo Grande e Topo Chico, la Montagna di Las Mitras e la caratteristica Silla, le quali hanno i loro assi maggiori diretti sensibilmente da Est ad Ovest e si riattaccano, nelle vicinanze di Monterey ai contrafforti settentrionali della Sierra Madre Oriental.

Sui fianchi di queste montagne l'erosione ha inciso lo stesso disegno a zig-zag che si può seguire in alto, fino in prossimità dei crinali più o meno capricciosi, dove gli strati sono disposti quasi orizzontalmente.

Fin dalle prime escursioni potei convincermi che il potente complesso di marne e di arenarie è in tutta la sua estensione molto fossilifero. Presso lo scambio di Arispe contai fino a nove banchi fossiliferi, contenenti migliaia di esemplari di *Exogira*, rare *Anomia* e *Nerinea*, ed in alto, *Acteonella*. Le *Anomia* sono più frequenti nelle colline a Sud della stazione di Paredón, dove ho trovato anche due esemplari di *Tissotia* (*Buchiceras.*)

I banchi con *Exogira* ed *Anomia* si possono seguire per dei chilometri lungo la grande parete di marne e di arenarie, a Nord-Est della stazione di Paredón, nello stretto passaggio scavato in essa da un torrente ed attraversato dalla Ferrovia Internazionale, nella gola ad Est dello scambio di Ixtle, a Sud e a Nord di quello di Arispe ed in molti altri punti che è inutile indicare dettagliatamente, perchè i numerosi individui di *Exogira* e di *Anomia* si trovano quasi dapertutto, spesso perfettamente isolati ed in ottimo stato di conservazione, in mezzo alle marne ed alle arenarie disgregate dalla lunga azione demolitrice degli agenti atmosferici.

I calcari sottostanti, grigio-chiari od oscuri, in istrati poco spessi, oltre che tra Icamóle e García, si mostrano anche allo scoperto sui fianchi della Montagna di Las Mitras, addossati ai calcari in grossi banchi, che circondano per buon tratto, da Nord-Est a Sud-Ovest.

Gli stessi calcari segnono il contorno orientale della Paila formando delle colline poco elevate. In una di queste piccole colline, distante circa duecento metri dalla Fattoria La Luz, ho avuto la fortuna di scoprire una ricca fauna di *Inoceramus*, *Hoplites*, *Criioceras*, *Turrilites*, *Baculites*, *Belemnites*, ecc., in parte nuova per il Messico. I calcari sottostanti, in grossi banchi, sono in varî punti pieni zeppi di *Nerinea* e di numerosi individui di *Caprinula* che difficilmente si possono staccare interi dalla roccia. Le conchiglie delle *Caprinula*, di color nero e finemente striate, vanno facilmente in frantumi quando si cerca di isolarne qualche esemplare.

Ho già accennato come in seguito al mio definitivo allontanamento dall' Istituto Geologico di Messico, lo studio di questa fauna sarà stato probabilmente affidato ad altri; nella speranza che tale studio ci venga a fornire al più presto degli elementi sicuri per un più esatto riferimento cronologico di questa importante serie cretacica, mi limiterò a dire che in base ai fossili da me raccolti, ritengo i calcari con *Caprinula* e *Nerinea* come appartenenti alla parte superiore dell' ALBIANO o ai più bassi orizzonti del CENOMANIANO, i calcari con *Inoceramus*, *Hoplites*, *Crioceras*, *Turrilites*, *Baculites*, *Belemnites* ecc., al CENOMANIANO inferiore, e la potente serie di marne e di arenarie con estesi banchi di *Exogira* ed *Anomia* e rari esemplari di *Acteonella*, *Nerinea* e *Tissotia*, al CENOMANIANO superiore ed al TURONIANO.

*
* *

Sebbene la paleontologia e la stratigrafia di questa regione siano interessantissime, anche perchè ben poco si conosce fino ad ora del CRETACICO del Messico, pure quello che maggiormente ha colpito la mia attenzione è la tettonica di queste singolari montagne, tanto diverse da quelle della vicina Sierra Madre Oriental e delle altre montagne isolate che in vicinanza di Monterey formano delle cupole molto allungate con i loro assi maggiori diretti da Est ad Ovest.

Se ci facciamo ad esaminare un pò da vicino la montagna calcarea di Anhelo ed il vasto circo di marne e di arenarie che delimita la pianura dalla quale essa sorge, quello che ci colpisce a prima vista è la strana somiglianza di questa singolare formazione montuosa con le montagne lunari e con le forme di alcuni vulcani, dai quali, per analogie morfologiche, si è desunta l' origine vulcanica di quasi tutte le montagne del nostro satellite.

Il certo si è che per la sua forma perfettamente simme-

trica non si può ascrivere l'origine di questa montagna a pressioni laterali, specialmente se si riflette che in questa regione esiste un sistema molto esteso di cupole circolari e di elevazioni incavate in forma di coppa, per le quali si dovrebbe ammettere che le spinte laterali si siano tradotte anche in sprofondamenti circolari intimamente collegati con gli inalzamenti in forma di cupola.

Generalmente le spinte laterali, risultanti da abbassamenti di una porzione di crosta terrestre, producono dei sistemi di pieghe asimmetriche e delle fratture più o meno evidenti, con relative fratture, scivolamenti, salti, ecc. Nella regione da noi studiata le elevazioni assumono invece una forma simmetrica, a volte anche perfettamente circolare e gli strati pendono da tutti i lati, formando delle cupole che l'erosione ha più o meno smantellato, specialmente in corrispondenza alle marne ed alle arenarie, dai quali materiali risultano in gran parte costituiti i conglomerati e le sabbie delle pianure. In prossimità delle cupole calcaree l'erosione ha accumulato invece dei grossi banchi di brecce e di conglomerati calcarei.

Diamo quì un profilo ideale del circo di Anhelo, come si otterrebbe facendo una sezione attraverso la massa calcarea centrale e il circo esterno, in qualsiasi direzione.

Profilo ideale del circo di Anhelo. *c.*, Calcari. *a.m.*, Arenarie e marne.

La cupola centrale, formata dai calcari in grossi banchi, è circondata dalla pianura alluvionale, alla sua volta delimitata dal circo di marne e di arenarie i cui strati pendono verso l'esterno.

Lo stesso profilo, però in proporzioni molto più grandi, si ottiene facendo una sezione ideale della Paila, almeno nei

punti che ho potuto osservare, dalla stazione di Reata fin presso Talía, dove si scorgono tutto all' ingiro le testate erose degli strati delle marne e delle arenarie, rivolte verso la grandiosa cupola calcarea della Paila.

Il Sig. Aguilera, (1) che tempo addietro visitò questa regione, rimase impressionato dal fatto che tanto in queste montagne, come in quelle tra Jmulco e Lerdo, non si scorgono dal lato della pianura delle rocce eruttive in relazione col sollevamento degli strati sedimentari.

Dalle osservazioni geo-tettoniche da me fatte in quella regione risulta invece, che sebbene il sollevamento di quelle montagne sia dovuto alla spinta di rocce massicce, pure non bisogna andare a cercar queste nelle pianure alluvionali che circondano le masse calcaree, ma piuttosto al disotto di tali masse centrali che rappresentano le parti più profonde delle cupole, non ancora sufficientemente erose perchè si mostrino allo scoperto le rocce intrusive che le hanno spinte in alto.

Molti studi recenti di valenti geologi (2) tendono a provare che l' idea di Suess, che cioè le rocce eruttive intrusive non hanno avuto che una parte del tutto passiva nella formazione delle montagne, è molto esagerata, ed oltre i classici esempi dei laccoliti di Henry Mountains, descritti dal Gilbert, si conoscono ora molte altre montagne che debbono il loro sollevamento alle spinte prodotte da magma lavici ascendenti in direzione verticale.

Ad Ovest della regione da noi studiata, in prossimità di Colton, il Dr. Emil Böse scoperse nell' ottobre del 1904 un

(1) Aguilera—Op. cit. pag. 134 « *Es digno de notarse que tanto en estas sierras como en las que existen entre Jmulco y Lerdo, no se vean del lado de la llanura rocas eruptivas relacionadas con el levantamiento de las capas sedimentarias cretaceas* » (!?)

(2) W. Branco — *Neue Beweise für die Unabhängigkeit der Vulcane von praexistirenden Spalten* (Neues Jahrb. f. Min. etc., Bd. 1.) 1898.

W. Salomon — *Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard* (Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wis. zu Berlin) 1899.

C. Burckhardt — *Les masses éruptives intrusives et la formation des montagnes* (Memorias de la Soc. Cient. « Antonio Alzate », T. 21, pag. 5-8), México, 1904.

laccolito attorno al quale le rocce sedimentarie cretacee presentano una zona profondamente alterata dal contatto del magma intrusivo.

Questo fatto, del quale ebbi notizia poco dopo la scoperta fattane dal Dr. Böse, mi conferma maggiormente nell'idea che il sollevamento delle cupole, di forma più o meno circolare che si trovano tra Torreon e Monterey, sia dovuto alla spinta di magma lavici non ancora messi allo scoperto dall'erosione.

Del resto non tutte queste cupole sono ugualmente sviluppate. Da quelle nelle quali le masse calcaree centrali, fortemente erose, emergono dalle pianure alluvionali, circoscritte dalle marne e dalle arenarie, passiamo gradatamente a quelle nelle quali i calcari sporgono appena in forma di basse cupole ed alle altre in cui i calcari sono completamente mascherati dalle marne e dalle arenarie, che qua e là formano delle leggiere protuberanze circolari sulle vaste pianure alluvionali.

Parlando della Paila abbiamo già visto come le masse calcaree presentano a volte verso la loro parte centrale delle doline più o meno vaste e profonde. È molto probabile che sprofondamenti simili si siano prodotti anche in altri punti, dove i calcari sono ancora ricoperti dalle marne e dalle arenarie, dando così origine a quelle colline in forma di coppa, nelle quali abbiamo visto queste ultime formazioni inclinate verso il centro della concavità, mentre tutto all'ingiro si scorgono le testate dei loro strati erosi.

* * *

Da quanto abbiamo esposto sopra, risulta abbastanza chiaro che la meccanica del sollevamento di alcune parti della crosta terrestre corrisponde, come dice bene il Salomon, alle idee dei grandi geologi del principio del secolo passato.

Queste idee, combattute e rigettate completamente fino a poco tempo addietro, tornano ad esser prese di nuovo in consi-

derazione per ispiegare la formazione delle montagne simmetriche, la cui tettonica, piuttosto che alla teoria delle spinte laterali, con la quale si è cercato di spiegare il sollevamento di tutte le montagne della terra, corrisponde alle idee di Leopold von Buch il quale pensava che le spinte dei magma lavici, ascendenti in direzione verticale, hanno dovuto esercitare un' azione molto importante nella formazione delle montagne.

Dal Gabinetto di Geologia della R. Università.
Catania, aprile 1906.

Memoria XIV.

Sul modo di variare della radiazione solare durante le fasi di un'eclisse

Memoria di A. BEMPORAD

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE, COMPOSTA DEI SOCI EFFETTIVI
PROFF. G. P. GRIMALDI E A. RICCÒ (*relatore*).

Il Dott. Bemporad, partendo dalle osservazioni di Secchi, Langley ed altri circa la diminuzione del potere radiante dei punti del disco solare dal centro verso la periferia, stabilisce anzitutto una formola, che rappresenta assai bene i risultati di queste osservazioni, e che corrisponde all' ipotesi dell'esistenza di un' atmosfera omogenea attorno al Sole. Egli applica quindi questa formola per determinare mediante integrazione i valori della radiazione relativa delle varie parti scoperte del disco solare durante le fasi d'una eclisse, e dà una soluzione completa del problema con quel grado di approssimazione, che consentono le nostre cognizioni attuali. L' A. applica infine questi suoi risultati alle osservazioni attinometriche e alle misure delle fasi eseguite nell' Osservatorio astrofisico di Catania durante le eclissi parziali di Sole del 28 Maggio 1900 e del 30 Agosto 1905, giungendo alla conclusione notevole, che in ambedue i casi la diminuzione osservata della radiazione fu più forte di quella calcolata. Le tavole numeriche, che accompagnano il lavoro facilitano notevolmente la riduzione delle osservazioni attinometriche eseguite durante un'eclisse in circostanze qualisivogliano, e meritano quindi di venire integralmente pubblicate.

INTRODUZIONE

È ben noto da molteplici ed accurate ricerche di varî astronomi, come il potere radiante dei punti del disco solare decresca, procedendo dal centro verso la periferia, fino a ridursi, sul lembo estremo, ai quattro decimi circa del potere radiante dei punti

della regione centrale. Questo contegno, nel quale ha certo gran parte, se non unica [1]), l' assorbimento esercitato dall' atmosfera solare, fa sì che la radiazione delle varie porzioni scoperte del disco solare durante un' eclisse non sia proporzionale alla superficie apparente delle porzioni stesse, ma varî secondo una legge più complessa, che qui ci proponiamo di studiare. Non è fuor di luogo notare, che per la esatta interpetrazione dei risultati delle osservazioni attinometriche o bolometriche fatte durante un' eclisse solare è indispensabile tener conto della circostanza in questione. Fenomeni analoghi possono avere anche qualche importanza nello studio di certe variabili (stelle del tipo di Algol, ovvero doppie spettroscopiche o fotometriche [2]), e in altre ricerche affini.

In quello che segue, ottengo anzitutto (Cap. I) una rappresentazione analitica del modo di variare del potere radiante dei punti del Sole, secondo la distanza apparente dal centro. Fondandomi sulla formola ottenuta, calcolo (Cap. II) in due modi diversi, e cioè con procedimento analitico e colla integrazione numerica, il valore dell' integrale del potere radiante esteso a tutto il disco solare e quindi il valor medio del potere radiante medesimo. Calcolo quindi (Cap. III) con procedimenti diversi, secondochè la fase considerata è maggiore o minore di 0,5, l' integrale del potere radiante esteso all' area scoperta del Sole durante un' eclisse parziale, e raccolgo in una tabella i va-

---

[1]) Non unica, perchè Secchi avrebbe notato ad es. un massimo d' intensità della radiazione in corrispondenza all' equatore, massimo che non potrebbe farsi dipendere evidentemente dall' azione dell' atmosfera solare. V. Memorie della Società degli Spettrosc. Italiani. Vol. IV, 1875 pag. 121.

[2]) Lo spettroscopio rivela, com' è noto, la duplicità di varie stelle (come Algol) che non sono altrimenti risolubili cogli attuali mezzi d'osservazione. In molti casi (come nel caso citato) le doppie spettroscopiche sono anche variabili, e la natura della variabilità è tale, che si concilia benissimo colla ipotesi di un sistema doppio o multiplo, in cui intervengano periodicamente parziali occultazioni. Vi sono infine dei casi, in cui, essendo la luminosità dell' astro troppo scarsa, lo spettroscopio nulla rivela, mentre il fotometro accusa una variabilità del tipo di Algol. In tal caso si parla di doppie *fotometriche* (Cfr. in proposito Ch. André. *Sur le système formé par la Planète double (433) Eros. Astron. Nachr.* Vol. 155 p. 27.)

lori numerici da me ottenuti, coi quali, ricorrendo naturalmente alla interpolazione, può considerarsi come completamente risoluto (con quel grado di approssimazione, che consentono le nostre cognizioni attuali) il problema di determinare per una fase qualsiasi di una eclisse solare in condizioni qualsivogliano (eclisse parziale, totale o anulare) l' importo della radiazione dell' area scoperta del Sole, in parti della radiazione totale. Applico infine (Cap. IV) la tabella così ottenuta alle osservazioni eseguite nell'Osservatorio di Catania durante le eclissi del 28 Maggio 1900 e del 30 Agosto 1905, mostrando come ambedue le volte la diminuzione *osservata* della radiazione solare sia stata più forte di quella *calcolata*. Questa conclusione importante viene confermata anche dalle osservazioni eseguite dal Prof. Julius a Burgos durante l'ultima eclisse, e solleva la questione di vedere, se, come opina lo Julius, i procedimenti fin qui usati per lo studio della diminuzione del potere radiante verso il bordo del disco solare non siano affetti da cause sistematiche d' errore. Questa ricerca verrà senza dubbio molto agevolata dalle nostre tavole. Lo studio attuale dunque, anche prescindendo dall' interesse che può presentare dal lato puramente teorico, si prefigge anzitutto uno scopo essenzialmente pratico, quale è quello di preparare i mezzi per il confronto delle osservazioni col calcolo in eclissi future.

Cap. I. — Rappresentazione analitica del modo di variare del potere radiante dei punti del disco solare dal centro alla periferia.

1. *Valori osservati del potere calorifico dei punti del disco solare a varie distanze dal centro.*

Dall' eccellente trattato del Prof. G. Müller ricavo la seguente tabella comparativa dei valori ottenuti da Secchi, Vogel, Langley e Frost per il potere calorifico dell' unità di superficie apparente del disco solare a varie distanze dal centro [1]).

[1]) Müller—*Die Photometrie der Gestirne* (*1897*) p. 323.

Tabella I.

Distanza dal centro del ⊙	Potere calorifico secondo: Secchi - Vogel	Langley	Frost	Media
0, 00	100	100, 0	100, 0	100
0, 20	99	99, 5	99, 4	99
0, 40	98	96, 8	96, 3	97
0, 60	94	92, 2	89, 8	92
0, 70	89	88, 4	84, 6	87
0, 80	82	82, 5	77, 9	81
0, 90	69	72, 6	68,0	70
0, 96	(57)	61, 9	57, 2	59
0, 98	(47)	50, 1	50, 0	49
1, 00	40	—	(39)	(40)

Il divario fra i varî autori sale in qualche caso al 5 %, la media può essere allora approssimata a meno del 2 o del 3 %. Questo avvertiamo, perchè pei calcoli definitivi ci permettiamo di ragguagliare i valori medî assegnati nella 5ª colonna con formole empiriche, che lasciano in qualche caso residui appunto del 2 o 3 % rispetto ai detti valori medî.

2. — *Varie formole di ragguaglio.*

Supponendo, che la diminuzione del potere radiante dei punti del Sole verso la periferia dipenda essenzialmente dall'assorbimento dell'atmosfera solare, sarà naturale cercare di ragguagliare i valori medî della precedente tabella con qualcuna delle formole empiriche più usate per lo studio dell'assorbimento dell'atmosfera terrestre. Le formole da noi date in un recente lavoro [1]) ci parvero troppo complicate per lo scopo attuale, in ragione sopratutto della scarsità delle nostre cognizioni circa la costituzione fisica dell'atmosfera solare. Restava a scegliere fra l'una o l'altra delle più note formole empiriche, come quella di Laplace, che mette in relazione l'assorbimento colla

[1]) *Zur Theorie der Extinktion des Lichtes in der Erdatmosphäre*—Mitteilungen der Grossherz. Sternwarte zu Heidelberg N. IV.

refrazione subita dai raggi, quella di Bouguer, che parte dalla ipotesi di una legge esponenziale per la diminuzione della densità del mezzo assorbente coll' altezza, e infine quella di Lambert, che corrisponde all' ipotesi di un' atmosfera omogenea.

La formola di Laplace venne già applicata dal Prof. Seeliger per una ricerca analoga alla presente, benchè indirizzata a tutt' altro scopo, nella forma

$$\log J = - k \frac{\text{Refr.}}{\sin z},$$

ammettendo la refrazione nell' atmosfera solare come proporzionale a tg$z$. Questa espressione presenta l'inconveniente di condurre ad un valore infinito di $-\log J$ per $z = 90^0$, e poichè questo valore di z corrisponde al contorno del disco solare, ne seguirebbe per i punti al contorno una intensità calorifica nulla, ma questo contrasta così vivamente coi risultati sperimentali (Tabella I), che giudicammo del tutto inopportuna l'applicazione della formola in discorso per il nostro scopo.

Lo stesso inconveniente si presenta colla formola di Bouguer, sia nella forma originaria [1])

$$\log J = \log J_0 + \log p \left(\sec z - \frac{l_0}{2\,a}\, tg^2 z \sec z + \ldots\ldots - 1\right),$$

sia nella forma corretta da me accennata in un precedente lavoro [2])

$$\log J = \log J_0 + \log p \left(\sec z - \frac{l_0}{a}\, tg^2 z \sec z + \ldots\ldots - 1\right),$$

ed è singolare, a questo proposito, che tale inconveniente sfuggisse del tutto al Secchi, a cui pure si debbono le prime esperienze in questo campo [3]).

---

[1]) Cfr. G. Müller. *Die Photometrie der Gestirne.* Pagg. 119, 120.

[2]) *Sulla teoria d' estinzione di Bouguer.* Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani Vol. XXX (1901) pag. 217.

[3]) *Sull' intensità del calore nelle varie parti del disco solare.* Memorie dell' Osserv. del Collegio Romano 1851, App. 3 e App. 5 e inoltre Astron. Nachr. Vol. 31 N. 806 (1852) Vol. 35 N. 833 (1833). V. anche *Sur l' intensité lumineuse des diverses parties du disque solaire.* Compt. Rend. Vol. 49 pag. 931 (1859) e 62 pag. 1060 (1866).

Altre forme di sviluppo da me date altrove [1]) per la teoria d'estinzione di Bouguer, che andrebbero esenti dall'inconveniente di dare estinzione infinita (o indeterminata) per $z = 90^0$ sono da rigettare nel caso attuale perchè troppo complicate [2]). Non resta dunque che ricorrere alla formola di Lambert, la quale per avventura risponde a tutte le condizioni desiderate, vale a dire fornisce una espressione analitica assai semplice dell'assorbimento di uno strato sferico *omogeneo*, dà un valore finito per $z = 90^0$, e conduce, come si vedrà, ad un'ottima rappresentazione della intensità calorifica nei varî punti del disco solare in ordine alla distanza dal centro.

3. — *Deduzione della formola di Lambert.*

Alla formola di Lambert si viene immediatamente condotti nel caso nostro dalla seguente semplice considerazione.

Sia $O\ P$ (Fig. 1) il raggio condotto dall'occhio O dell'osservatore a un punto qualunque P della superficie $APRB$ del Sole; $PQ = r$ la distanza apparente del punto P dal centro del disco solare; z l'inclinazione del raggio OP rispetto alla normale PS alla superficie solare; S il centro del Sole; $A'P'R'B'$ la superficie limite dell'atmosfera solare. Se noi ammettiamo quest'atmosfera come omogenea, le masse atmosferiche attraversate dai raggi parelleli ORS e OP staranno fra loro come i segmenti PP' ed RR'. Ponendo per bre-

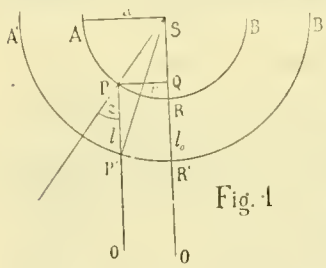


Fig. 1

[1]) *Sopra un nuovo sviluppo dell'integrale della estinzione atmosferica.* Memorie della Soc. degli Spettrosc. Ital. Vol. XXXI (1932) pag. 131.

[2]) Prima che questo lavoro venisse alla luce, giungevo quasi contemporaneamente col Ch.mo Dott. Cerulli, ad un nuovo sviluppo assai più semplice degli altri citati per l'integrale di Bouguer, ma allora avevo ormai condotta a termine la trattazione presente col mezzo della formola di Lambert, e non era più il caso di mettere in prova anche la nuova formola (V. *Sopra uno sviluppo singolarmente convergente per l'integrale della estinzione, secondo la teoria di Bouguer.* Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania Serie 4 vol. XIX 1906.)

vità $RR' = l_0$ (spessore dell'atmosfera solare in direzione normale), e indicando con l il segmento PP' (spessore attraversato nell'atmosfera solare dal raggio OP) con a infine il raggio del Sole, abbiamo subito dal triangolo $PP'S$

$$(a + l_0)^2 = l^2 + a^2 + 2a\, l \cos z,$$

da cui

$$\frac{l}{l_0} = \sqrt{1 + 2\frac{a}{l_0} + \frac{a^2}{l_0^2}\cos^2 z} - \frac{a}{l_0}\cos z \qquad (1)$$

che è appunto la formola nota nell'Astrofotometria sotto il nome di formola di Lambert.

4. — *Variazione della intensità calorifica J dei punti del disco solare dal centro alla periferia, nella ipotesi di un' atmosfera omogenea.*

Indichi ora J^* il potere radiante dell'unità di superficie apparente del disco solare, quale sarebbe senza l'esistenza di un' atmosfera attorno al Sole. Semplici considerazioni mostrano che, in virtù del principio di emanazione di Lambert, rigorosamente dimostrato da Lommel per le sostanze incandescenti *opache* [1]), questo potere radiante J^* può ritenersi uguale in tutte le regioni del disco solare, vale a dire che questo, al pari di una palla infocata, ci apparirebbe per tutto egualmente luminoso, se non esistesse l'atmosfera assorbente che lo circonda. Ammettendo allora, che l'assorbimento operato dall'atmosfera solare sulla radiazione calorifica complessiva (risultante di tutti i raggi calorifici delle varie lunghezze d'onda) segua la legge esponenziale di Bouguer-Pouillet, avremo, detti J, J_0 i valori del potere radiante dell'unità di superficie apparente in P' ed R', cioè dopo l'assorbimento operato dall'atmosfera solare, e

[1]) Cfr. *Wiedemann Annalen*. Bd. 10, p. 149 e G. Müller, Die Photometrie der Gestirne p. 31.

detto p il coefficiente di trasmissione dell' atmosfera medesima in direzione normale,

$$J_0 = J^* \, p$$

$$J = J^* \, p^{\frac{l}{l_0}} .$$

Di qui si ha

$$\log J = \log J_0 + \log p \left(\frac{l}{l_0} - 1 \right),$$

e sostituendo per $\frac{l}{l_0}$ l' espressione (1), dopo avervi fatto

$$\cos z = \sqrt{1 - r^2} ,$$

e ponendo per brevità

$$\frac{a}{l_0} = \lambda , \quad \log p = - \mu , \quad J_0 = 1, \quad a = 1 ,$$

si ottiene infine l' espressione

$$\log J = - \mu \left\{ \sqrt{1 + 2 \lambda + \lambda^2 (1 - r^2)} - \lambda \sqrt{1 - r^2} - 1 \right\} \quad (2)$$

per rappresentare (colle varie ipotesi da noi fatte) la legge di variazione della intensità calorifica J col variare della distanza apparente r dal centro del disco solare. Si vede subito, che per $r = 1$, vale a dire sul lembo estremo del disco, si ha ancora un valore finito di $\log J$, epperò un valore diverso da zero per la intensità J, come appunto l' esperienza dimostra.

5. — *Determinazione delle costanti* λ, μ.

La formola (2) è così semplice, che la determinazione delle costanti λ e μ dai valori osservati di J non presenta difficoltà sostanziali. Tuttavia non è immediatamente applicabile il metodo dei minimi quadrati, perchè il parametro λ compare in (2) sotto un' espressione irrazionale. Ci limitammo quindi a determinare i valori delle dette costanti, in modo da rappresentare esatta-

mente due dei valori osservati della J. Questa determinazione condurrebbe in generale ad equazioni piuttosto complicate, che si semplificano però, se per uno dei due valori della J si sceglie quello corrispondente al contorno del disco solare, cioè il valore J_1 della J per $r = 1$.

Si avranno da determinare allora le due incognite λ e μ dalle due equazioni

$$\log J = -\mu \left\{ \sqrt{1 + 2\lambda + \lambda^2 (1 - r^2)} - \lambda \sqrt{1 - r^2} - 1 \right\} \tag{2}$$

$$\log J_1 = -\mu \left\{ \sqrt{1 + 2\lambda} - 1 \right\} \tag{3}$$

dove s' intende, che J, J_1, r denotino valori noti. Posto per brevità

$$\log J = L \qquad \log J_1 = L_1$$

(logaritmi intesi a base 10) si ha per λ l' equazione

$$L_1 \left(\sqrt{1 + 2\lambda + \lambda_2 (1 - r^2)} - \lambda \sqrt{1 - r^2} - 1 \right) - L \left(\sqrt{1 + 2\lambda} - 1 \right) = 0.$$

L' eliminazione dei radicali contenenti λ condurrebbe ad espressioni piuttosto complicate e ad un' equazione di 4° grado in λ. Si ottengono invece espressioni più semplici ed una risultante di 2° grado, introducendo l' incognita ausiliaria

$$u = \sqrt{1 + 2\lambda} \tag{4}$$

Con ciò si ottiene infatti, dopo varie riduzioni, l' equazione

$$LL_1 \sqrt{1 - r^2}\, u^2 + \left[L^2 - L_1^2 \left(1 - \sqrt{1 - r^2} \right) \right] u - (L_1 - L)^2 + L_1 (L_1 - L) \sqrt{1 - r^2} = 0$$

Per valori di r piuttosto grandi il termine noto di questa equazione risulta negativo. Non si avrà in tal caso nessuna ambiguità nella scelta fra i due valori possibili per u, perchè delle due radici si dovrà scegliere (conforme alla (3) sempre la posi-

tiva. Nè può nascere ambiguità, quando le radici siano ambedue positive, cioè per valori di r tali che

$$L_1 (L_1 - L) \sqrt{1 - r^2} - (L_1 - L)^2 > 0,$$

poichè allora per legge di continuità dovrà scegliersi manifestamente la radice corrispondente al segno + del radicale.

Avuta la u, la (4) fornisce λ e la (3) μ. Riproduco nel quadro seguente i valori ottenuti per le u, λ, μ da tre diverse coppie di valori di J ricavate dalla Tabella I (5ª colonna)

	I		II		III	
	$r = 0{,}7$	$J = 0{,}87$	$r = 0{,}8$	$J = 0{,}81$	$r = 0{,}9$	$J = 0{,}70$
	$r = 1{,}0$	$J = 0{,}40$	$r = 1{,}0$	$J = 0{,}40$	$r = 1{,}0$	$J = 0{,}40$
log u	0,44642		0,45469		0,42612	
log λ	0,53234		0,55125		0,48544	
log μ	9,34568		9,33286		9,37772	

6. — *Rappresentazione dei valori osservati della intensità* J.

La formola (2) conduce con questi valori dei parametri λ e μ alle seguenti rappresentazioni dei valori medî di J (Tabella I).

Distanza dal centro del ⊙	Valori osservati della J	Valori calcolati della J			$O - C$		
		I	II	III	I	II	III
0, 20	0, 99	0, 99$_2$	0, 99$_2$	0, 99$_2$	0	0	0
0, 40	0, 97	0, 96$_6$	0, 96$_6$	0, 96$_4$	0	0	+ 1
0, 60	0, 92	0, 91$_3$	0, 91$_4$	0, 90$_9$	+ 1	+ 1	+ 1
0, 70	0, 87	0, 87$_0$	0, 87$_2$	0, 86$_5$	0	0	0
0, 80	0, 81	0, 80$_8$	0, 81$_0$	0, 80$_1$	0	0	+ 1
0, 90	0, 70	0, 70$_7$	0, 70$_9$	0, 70$_0$	— 1	— 1	0
0, 96	0, 59	0, 60$_0$	0, 60$_3$	0, 59$_5$	— 1	— 1	0
0, 98	0, 49	0, 54$_2$	0, 54$_4$	0, 53$_8$	— 5	— 5	— 5
1, 00	0, 40	0, 40$_0$	0, 40$_0$	0, 40$_0$	0	0	0

La rappresentazione dei valori osservati appare a prima

vista assai buona, e fa solo eccezione il valore di J per $r=98$, che presenta (con tutte e tre le coppie di valori dei parametri λ e μ) un divario del 5 % dal valore osservato. La cosa non può sorprendere, perchè i valori della radiazione solare al contorno del disco risentono naturalmente in maggior grado l'influenza dell'atmosfera solare, che non sarà certamente omogenea come noi abbiamo supposto, e che darà luogo in ogni caso a delle refrazioni e forse anche a riflessioni totali. Per un primo calcolo di saggio ci parve lecito trascurare questo divario fra il calcolo e l'osservazione, e applicammo quindi nei calcoli definitivi la semplice formola (2) senza alcun termine correttivo per le parti al contorno del disco solare. Solo ci parve opportuno distribuire gli scarti fra i due ultimi valori di J per $r=0{,}98$ e $r=1{,}00$, e provammo quindi, quali rappresentazioni si hanno, assumendo

IV		V	
$r = 0{,}7$	$J = 0{,}87$	$r = 0{,}7$	$J = 0{,}87$
$r = 1{,}0$	$J = 0{,}38$	$r = 1{,}0$	$J = 0{,}37$

Si ottiene rispettivamente

$\log u = 0{,}47375$ 0,48713
$\log \lambda = 0{,}59446$ 0,62452
$\log \mu = 9{,}32752$ 9,31933

Distanza dal centro del ⊙	Valori osservati della J	Valori calcolati della J		$O - C$	
		IV	V	IV	V
0,20	0,99	0, 99$_2$	0, 99$_2$	0	0
0,40	0,97	0, 96$_6$	0, 96$_6$	0	0
0,60	0,92	0, 91$_3$	0, 91$_3$	+ 1	+ 1
0,70	0,87	0, 87$_0$	0, 87$_0$	0	0
0,80	0,81	0, 80$_6$	0, 80$_6$	0	0
0,90	0,70	0, 70$_3$	0, 70$_0$	0	0
0,96	0,59	0, 59$_1$	0, 58$_7$	0	0
0,98	0,49	0, 53$_0$	0, 52$_4$	− 4	+ 3
1,00	0,40	0, 38$_0$	0, 37$_0$	+ 2	− 3

La rappresentazione fornita dal sistema V di costanti è

ormai tale, che difficilmente potrebbe ottenersi migliore senza ricorrere a formole assai più complicate. A questo sistema quindi ci arrestiamo, e di questo ci serviremo nei calcoli, che seguono per rappresentare la distribuzione apparente della energia calorifica sul disco solare.

Cap. II. — Calcolo del potere radiante medio dei punti del disco solare, rispetto al potere radiante della regione centrale, assunto come 1.

7.—*Disposizione del calcolo.* — Prima di procedere, coll'aiuto della formola ottenuta nel precedente capitolo.

$$\log J = -\mu \left\{ \sqrt{1+2\lambda+\lambda^2(1-r^2)} - \lambda\sqrt{1-r^2} - 1 \right\}, \tag{2}$$

al calcolo della radiazione delle singole fasi, applichiamo la formola stessa per ottenere il valore della radiazione complessiva del disco solare, quando si ponga $=1$ il potere radiante delle parti centrali, vale a dire il valore di

$$\int_{\odot} J\, d\sigma$$

esteso a tutto il disco solare $\odot$, o ciò che torna lo stesso il valore del potere radiante medio dei punti del disco solare

$$Y = \frac{1}{\pi} \int_{\odot} J\, d\sigma$$

Ottenendo poi il valore

$$y = \frac{1}{\pi} \int_{\sigma} J\, d\sigma$$

esteso all' area scoperta σ, che corrisponde ad una determinata fase di un' eclisse (e inoltre a un determinato rapporto dei se-

midiametri $r_{\odot}$ e $r_{\subset}$) il quoziente $y : Y$ ci darà il valore della radiazione della fase considerata, rispetto alla radiazione dell'intero disco solare computata come 1.

Vista l'importanza fondamentale che ha nella nostra ricerca il calcolo esatto di Y, abbiamo ottenuto questo valore in due modi diversi, e cioè in primo luogo per quadratura numerica, e secondariamente con procedimento analitico. Mettiamo questo al secondo luogo, perchè tale fu in effetto l'ordine della nostra ricerca, ordine, che vorremmo quasi chiamare naturale, perchè l'integrazione numerica è sempre effettuabile, e basta alla pratica, mentre l'integrazione analitica solo per avventura è effettuabile con procedimenti semplici, come capita nel caso attuale.

8. — *Quadratura numerica.*

Si ha in primo luogo

$$Y = \frac{1}{\pi} \int_{\odot} J \, d\sigma = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^1 J \, r \, dr = 2 \int_0^1 J \, r \, dr. \tag{5}$$

Assumendo Jr come funzione integranda $f(r)$, venne applicata per il tratto da $r = 0$ a $r = 0{,}98$ la nota formola d'integrazione [1])

$$\int_{a-\frac{1}{2}w}^{a+\left(i+\frac{1}{2}\right)w} f(r)\, dr = w \left\{ {}^{I}f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)w\right] + \frac{1}{21}\, {}^{I}f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)w\right] - \frac{17}{5760}\, {}^{III}f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)w\right] + \dots \right\}$$

con

$${}^{I}f\left(a-\frac{1}{2}w\right) = -\frac{1}{21}\, {}^{I}f\left(a-\frac{1}{2}w\right) + \frac{17}{5760}\, {}^{III}f\left(a-\frac{1}{2}w\right) - \dots \; .$$

[1]) Cfr. Bauschinger. Tafeln zur theoretischen Astronomie. Pag. 137 (Leipzig. 1901).

e con un intervallo w di $0,08$ da $r = 0,00$ fino a $r = 0,40$
con intervallo di $0,04$ da $r = 0,40$ fino a $r = 0,88$
e con intervallo di $0,01$ da $r = 0,88$ fino a $r = 0,98$

Per il tratto da $r = 0,98$ a $r = 1,00$ venne invece applicata la formola da me accennata in un precedente lavoro [1])

$$(6) \qquad \int_0^{a+iw} f(r)\,dr = w \Big\{ f^I\left[a + \left(i - \tfrac{1}{2}\right) w\right] + \tfrac{1}{2} f(a+iw)$$

$$- \tfrac{1}{12} f^I\left[a + \left(i + \tfrac{1}{2}\right) w\right] + \tfrac{1}{24} f^{II}\left[a + (i+1) w\right]$$

$$- \tfrac{19}{720} f^{III}\left[a + \left(i + \tfrac{3}{2}\right) w\right] + \tfrac{3}{160} f^{IV}\left[a + (i+2) w\right] - \ldots \Big\}$$

con

$$(6a) \qquad {}^I f\left(a - \tfrac{1}{2} w\right) = -\tfrac{1}{2} f(a) + \tfrac{1}{12} f^I\left(a + \tfrac{1}{2} w\right) - \tfrac{1}{24} f^I(a+w) + \ldots$$

e coll' intervallo $w = 0,004$.

Con queste formole e mediante calcolo logaritmico a 5 decimali, sulla base della formola (2), coi valori (V) delle costanti [2]), ci risultò

$$\int_0^{0,40} fr\,dr = 0.07868$$

$$\int_{0,40}^{0,88} = 0,26673$$

$$\int_{0,98}^{0,88} = 0,05970$$

$$\int_{0,98}^{1,00} = 0.00933$$

$$\int_0^1 fr\,dr = 0,41444$$

[1]) Riduzione delle osservazioni attinometriche eseguite in Catania durante l' eclisse di Sole del 30 Agosto 1905. Memorie della Società degli Spettroscopisti, 1906.

[2]) V. pag. 11.

9. *Quadratura con procedimento analitico.*

Introducendo nella relazione (5) l'espressione (2) e la notazione (4) e ricordando che il log J della (2) è inteso a base 10, abbiamo

$$\frac{1}{2}\,Y = \int_0^1 J r\,dr = 10^{\mu} \int_0^1 r\,dr.\ 10^{-\mu\left[\sqrt{u^2+\lambda^2(1-r^2)}-\lambda\sqrt{1-r^2}\right]}$$

$$= 10^{\mu} \int_0^1 r\,dr.\ e^{-\nu\left[\sqrt{u^2+\lambda^2(1-r^2)}-\lambda\sqrt{1-r^2}\right]}$$

avendo posto

$$\nu = \frac{\mu}{\log_{10} e} = [\,9,68155\,].$$

Ponendo ora

$$\sqrt{1-r^2} = t\,.$$

otteniamo anzitutto

$$\frac{1}{2}\,Y = 10^{\mu} \int_0^1 t\,dt.\ e^{-\nu\left[\sqrt{u^2+\lambda^2 t^2}-\lambda t\right]}$$

Ponendo poi

$$\nu\left[\sqrt{u^2+\lambda^2 t^2}-\lambda t\right] = x,$$

ossia

$$t = \frac{\nu^2 u^2 - x^2}{2\lambda\nu x}$$

$$t\,dt = \frac{x^4 - \nu^4 u^4}{4\lambda^2\nu^2 x^2}\,dx\,,$$

otteniamo (scambiando i limiti d'integrazione)

$$\frac{1}{2}\,Y = 10^{\mu} \int_{x_0}^{x_1} \frac{e^{-x}(\nu^4 u^4 - x^4)}{4\lambda^2\nu^2 x^3}\,dx\,, \tag{7}$$

dove (cfr. form. (4) a pag. 9)

$$x_0 = \nu \left[\sqrt{u^2 + \lambda^2} - \lambda \right] = \nu$$
$$x_1 = \nu u.$$

Ora si ha, mediante integrazione per parti,

$$\int_{x_0}^{x_1} e^{-x_1} x\, dx = \left[e^{-x} + x e^{-x} \right]_{x_0}^{x_1}$$

e, mediante integrazione per serie,

$$\int_{x_0}^{x_1} \frac{e^{-x}\, dx}{x^3} = \left[-\frac{1}{2x^2} + \frac{1}{x} + \frac{1}{2} \log x - \frac{x}{1.2.3} + \right.$$
$$\left. + \frac{x^2}{2.1.2.3.4} - \ldots + \frac{(-1)^n\, x^n}{n.1.2\ldots(n+2)} + \ldots \right]_{x_0}^{x_1}$$

Procedendo al calcolo numerico dei singoli termini, coi valori (V) delle costanti u, λ, μ, otteniamo ordinatamente

$$\int_{x_0}^{x_0} e^{-x} x\, dx = +0,61867 + 0,29713 \qquad \text{(termini in } x_0\text{)}$$
$$-0,22886 - 0,33749 \qquad \text{(termini in } x_1\text{)}$$
$$= +0,34935$$

$$\int_{x_0}^{x_1} \frac{e^{-x}}{x^3}\, dx = \left.\begin{array}{l} +2,16705 - 2,08186 + 0,36663 \\ +0,08004 - 0,00481 + 0,00031 \\ -0,00002 + \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \text{termini in } x_0$$
$$\left.\begin{array}{l} -0,22994 + 0,67814 + 0,19420 \\ -0,24577 + 0,04530 - 0,00891 \\ +0,00164 - 0,00028 + 0,00004 \\ -0,00001 + \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \text{termini in } x_1$$
$$= 0,96175\,.$$

e sostituendo infine in (7)

$$\frac{1}{2} Y = 0,41445$$

in accordo perfetto col valore (0, 41444) già trovato sopra colla quadratura numerica. Dai due calcoli si trae dunque la conclusione che:

Il potere radiante medio dell'unità di superficie apparente del disco solare, rispetto al potere radiante delle parti centrali assunto come unità, viene espresso dal valore 0, 829.

In uno studio precedente [1]) ottenevo con procedimento puramente numerico fondato sui valori di J direttamente osservati (valori medî della tabella I) il valore 0,831 come espressione dello stesso potere radiante medio. L'accordo non potrebbe esser migliore, e anche questo viene a confermare come la formola (2) sia un'ottima formola di ragguaglio per il nostro scopo.

Cap. III. — Calcolo della radiazione della porzione scoperta del sole per una data fase di un'eclisse

10. *Varie forme di calcolo.*

Il calcolo numerico della radiazione y della porzione scoperta del disco solare, corrispondente ad una data fase di una eclisse richiede una doppia integrazione, per la quale è naturale riferirsi ad un sistema di coordinate polari r, θ col polo nel centro del Sole e colla congiungente i centri del ⊙ e della ☾ come asse polare. Secondochè si pensa di eseguire prima la in-

[1]) Relazione sulle osservazioni attinometriche eseguite nell' Osservatorio astrofisico di Catania durante l'eclisse del 30 Agosto 1905. *Memorie della Soc. degli Spettrosc. Ital.* XXXV, pag. 31.

tegrazione nel senso della r o quella nel senso della θ, si avranno due diverse forme di calcolo espresse rispettivamente da

$$y = \frac{2}{\pi} \int_0^{\Theta} d\theta \int_{r_0}^{r_1} Jr \, dr \tag{8a}$$

$$y = \frac{2}{\pi} \int_{r_0}^{1} Jr \, \theta(r) \, dr \, . \tag{8b}$$

In ambedue le formole s' intende sostituita per J l' espressione esponenziale, che si ricava della (2).

Nella prima formola poi 2Θ indica l' angolo, sotto cui la porzione scoperta del Sole è vista dal centro del Sole medesimo, e sarà da porre $= 2\pi$, qualora il centro del Sole sia contenuto nella porzione in discorso (fase minore di 0,5), ovvero quando si tratti di un' eclisse anulare; r_0, r_1 invece denotano i raggi vettori dei punti, in cui il contorno della porzione scoperta viene incontrato dal raggio generico di anomalia θ. La r_0 è quindi in ogni caso una radice della equazione

$$r^2 + a^2 + 2ar \cos\theta = l^2, \tag{9}$$

dove l indica la misura del raggio apparente del disco lunare ed a la misura della distanza dei centri del ☉ e della ☾ in parti del raggio apparente del disco solare assunto come unità; mentre r_1 secondo i casi, o vien dato dall' altra radice di questa stessa equazione, ovvero è da porre $= 1$.

Nella seconda formola $\theta(r)$ indica la porzione di circonferenza del cerchio di raggio r concentrico al Sole, che cade entro l' area scoperta, e viene quindi definito dalla relazione

$$\theta(r) = \text{arc cos} \, \frac{l^2 - r^2 - a^2}{2ar} \, , \tag{10}$$

fatta speciale considerazione dei casi, in cui questa espressione risulti immaginaria, come avviene, quando il cerchio di raggio

r appartenga per intero alla porzione scoperta del Sole; r_0 indica poi nella formola (8*b*) la minima distanza dei punti della porzione scoperta dal centro del $\odot$.

La prima forma di calcolo (8*a*) è assai comoda, ma richiede per il calcolo numerico effettivo, che siano preventivamente formati i valori di $\int_{r_0}^{1} Jr\,dr$ per una serie di valori sufficientemente vicini di r_0, così da poterne ricavare agevolmente per semplice interpolazione l'ammontare dell'integrale medesimo per un valore qualunque di r_0 fra 0 ed 1. Ora il calcolo per quadratura numerica da noi eseguito nel capitolo precedente si presta benissimo a tale scopo. In base a questo calcolo abbiamo quindi costruito la tabella di valori di $\int_{r}^{1} Jr\,dr$ data in fine (Tav. II), ottenendo dapprima i valori del detto integrale per $r = 0{,}04$ $0{,}08, \ldots 0{,}96$ $1{,}00$ e riducendo poi l'intervallo tavolare a $0{,}001$ coi noti procedimenti d'interpolazione. Soltanto per gli ultimi valori di r (e precisamente da $r = 0{,}994$ a $r = 1{,}000$) essendo malagevole l'impiego delle formole d'interpolazione, in causa del forte andamento delle differenze, si dovette ricorrere al procedimento analitico, pure accennato nel cap. precedente, e questo fornì in pari tempo un saggio soddisfacentissimo del grado di approssimazione ottenuto col procedimento numerico.

La seconda forma di calcolo (8_b) non richiede alcuna integrazione numerica preventiva, perchè l'integrale si presenta già nella forma di integrale semplice; però per valori assai piccoli di a la funzione $\theta(r)$ acquista un andamento assai forte, che rende malagevole l'integrazione numerica.

11. *Varî casi possibili.*

Per ridurre al minimo i calcoli numerici necessarî alla costruzione delle tavole, che rappresentano la soluzione pratica del nostro problema, abbiamo trovato opportuno distinguere varî casi

secondo la grandezza della fase e il valore del rapporto l dei semidiametri apparenti del ⊙ e della ☾.

1.° Caso *Fase* $\geq 0,5$. *Eclisse parziale.* In formole:

$$a \leq l \qquad a + l > 1$$

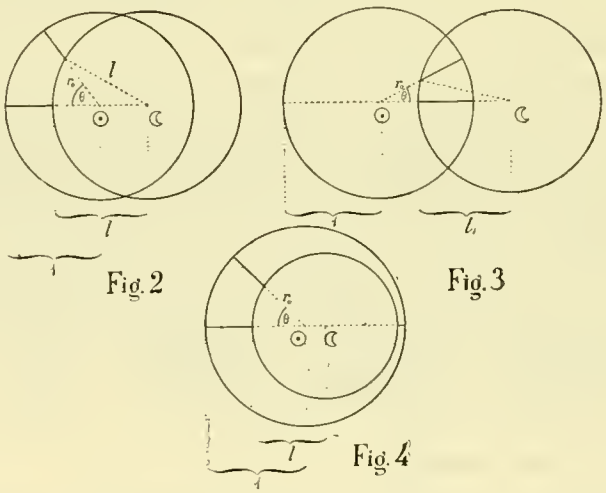
In tal caso (fig. 2) sono applicabili in generale tanto la (8_a) come la (8_b), però la prima senza eccezione, la seconda invece solo per valori non troppo piccoli di a. Nella (8_a) Θ s' intende definito dalla relazione

$$\cos\Theta = \frac{l^2 - a^2 - 1}{2\,a}\,, \qquad (0 < \Theta < \pi) \tag{11}$$

ed è da porre inoltre

$$r_0 = -a\cos\theta + \sqrt{l^2 - a^2\sin^2\theta} \tag{12}$$
$$r_1 = 1.$$

Nella (8_b) invece è da porre $r_0 = l - a$, e s' intende $\theta(r)$ ricavato dalla (10) colla limitazione $0 \leq \theta < \pi$.



2.° Caso. *Fase* $\leq 0,5$. In formola: $a < l$. In tal caso (Fig. 3), detta ⊙ l' area complessiva del disco solare, σ la porzione sco-

perta e σ_1 la porzione occultata del disco medesimo, potrà scriversi

$$y = \int_{\sigma} J\, d\sigma = \int_{\odot} J\, d\sigma - \int_{\sigma_1} J\, d\sigma = Y - \int_{\sigma_1} J\, d\sigma \,,$$

dove Y denota la radiazione totale del disco solare, da noi già calcolata nel precedente capitolo. Il calcolo di y è dunque ridotto al calcolo di

$$y_1 = \int_{\sigma_1} J\, d\sigma \,,$$

che potrà eseguirsi secondo l'una o l'altra delle formole (8_a), (8_b). Nella prima $2\,\Theta$ indicherà l'angolo, sotto cui è veduta dal centro del Sole l'area occultata σ_1, si ricaverà quindi dall'equazione

$$\cos\Theta = \frac{a^2 + 1 - l^2}{2\,a} \,. \qquad (\Theta < \frac{\pi}{2})$$

Il limite superiore r_1 della integrazione rispetto ad r non sarà più in generale 1, come nel caso precedente, perchè per valori di a di poco superiori ad l, vi sono raggi per il centro del $\odot$, che segano in due punti il bordo interno di σ (o σ_1). E precisamente per quei valori di θ, per cui le radici della equazione

$$l^2 = r^2 + a^2 - 2a\, r \cos\theta \tag{13}$$

risultano entrambe minori di 1, le radici in discorso forniscono senz'altro i valori di r_0 ed r_1, altrimenti la radice minore di 1 dà il valore di r_0, ed r_1 è da porre $= 1$.

Nella formola (8_b) invece, che pel caso attuale è d'impiego più semplice, s'intenderà $r_0 = a - l$ e $\theta(r)$ definito dall'espressione

$$\theta(r) = \arccos \frac{r^2 + a^2 - l^2}{2\,a\,r} \qquad (\theta < \frac{\pi}{2}) \tag{14}$$

ovvero dalla espressione equivalente più comoda pel calcolo logaritmico

$$\theta(r) = 2 \operatorname{arc\,tg} \sqrt{\frac{(s-a)(s-r)}{s(s-l)}}$$

dove $s = a + r + l$.

3° Caso. *Fase* $> 0,5$. *Eclisse anulare.* In formole

$$a < l \qquad a + l < 1$$

In questo caso (v. Fig. 4) sono ancora, come sempre, applicabili due forme d'integrazione, ma quella fornita dalla formola (8_a) è qui decisamente la più comoda, epperò ci limitiamo a citar questa, che dà per y l'espressione

$$y = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} d\theta \int_{r_0}^{1} J r \, dr .$$

r_0 ottenendosi ancora dalla (12).

12. *Disposizione dei calcoli.*

Per procedere all'integrazione numerica [1]), abbiamo calcolato anzitutto i valori di J per una estesa serie di valori di r fra 0 ed 1 (Tavola I), servendoci della formola (2) coi valori (V) per le costanti λ e μ.

Abbiamo calcolato in seguito, e disposto nella Tavola II, i valori di $\int_r^1 J r \, dr$, pei valori di r da 0 ad 1, di millesimo in millesimo. Infine abbiamo calcolato coll'uno o coll'altro dei pro-

[1]) Non facciamo cenno che della integrazione numerica, perchè la integrazione analitica riesce in generale oltremodo laboriosa e non applicabile pei nostri calcoli dove occorrevano per la soluzione completa del problema (v. tav. III) ben duecento integrazioni singole.

cedimenti suindicati, i valori della radiazione relativa $y : Y$ per i tre casi $l = 0.9$, $l = 1.0$, $l = 1.1$ e per varie porzioni scoperte $(b = 1 + a - l)$ del disco solare, e precisamente per $b = 0.08$, 0.16, 0.32 . . . 1.84 (in unità di semidiametro apparente del Sole). Pei valori da $b = 0.08$ a $b = 0.94$ (ossia per fasi maggiori di 0.5) trovammo opportuno ridurre a 0.02 l'intervallo tavolare nel senso della l, e calcolammo quindi le corrispondenti $y : Y$ anche per $l = 0.92$, 0.94, . . . 1.96, 1.08.

I valori di $y : Y$ corrispondenti a $b = 0.24$, 0.40, . . . 1.92 vennero ottenuti per interpolazione dei precedenti. Tutti i calcoli vennero eseguiti in 5 cifre, ma i valori finali della $y : Y$ vennero poi arrotondati a 3 cifre. La tavola III fornisce quindi, con questo grado di approssimazione, mediante una duplice interpolazione, coi due argomenti l, semidiametro lunare, e b, porzione scoperta del diametro trasversale del Sole (ambedue espressi in unità del semidiametro solare) il valore della radiazione relativa $y : Y$ dell'area scoperta del Sole, per una fase qualunque di una eclisse in condizioni qualisivogliano. Osserviamo espressamente per questo, che, secondo i valori noti degli elementi delle orbite della Terra e della Luna, il rapporto del semidiametro apparente della ☾ a quello del ☉ può variare (tenendo conto della parallasse media della ☾) da 0.92 a 1.06; perciò i limiti da noi scelti comprendono in ogni caso i valori, che possono presentarsi in una eclisse. Se alcuno poi volesse riprendere le belle esperienze attinometriche di *Ericsson* consistenti in sostanza in eclissi artificiali del Sole [1]), allora sarebbe forse il caso di estendere ancor più i detti limiti, ciò che non presenterebbe altra difficoltà, che quella materiale dei calcoli, e questi sarebbero sempre molto agevolati delle nostre tavole I e II. Non credo inopportuno, appunto per l'eventuale estensione

[1]) V. in proposito *Nature*, Vol. XII, pag. 517 e Vol. XIII pag. 226 ovvero A. Secchi. Recenti ricerche intorno alla distribuzione del calore sul disco solare. *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani. Vol. IV. 1875.*

dei calcoli, accennare qui succintamente un esempio numerico per ciascuno dei tre casi considerati nel precedente §.

13. *Esempî numerici dei calcoli d' integrazione.*

1.° Caso. Si voglia calcolare la radiazione della porzione scoperta del Sole per la fase 0,96, importando il rapporto dei diametri della Luna e del Sole $l=0,98$. In tal caso, essendo $b=0,08$ (in parti di semidiametro solare) la porzione scoperta del diametro trasversale del Sole, sarà $a=b+l-1=0,06$ la distanza dei centri del ⊙ e della ☾. Applicando quindi la (11), si avrà per l' angolo Θ, sotto cui è veduta dal centro del Sole la metà della falce scoperta, il valore $\Theta=111°\ 6',0$. Come intervallo d'integrazione prenderemo $\theta_0=\frac{1}{10}\Theta=11°\ 6',6$, e potremo allora applicare le formole d' integrazione (6) (6_a) (pag. 14) con

$$w=\frac{\theta_0}{\pi}\ \frac{2}{Y}=\frac{666',6}{10800'}\ \frac{2}{Y}=[9,17299]\,.$$

e colla funzione integranda

$$f=\int_{r_0}^{1} Jr\,dr\,,$$

dove s' intende r_0 espresso dalla (12). Il divisore Y (radiazione totale del disco solare) che non figura nella (8), venne da noi aggiunto per ottenere direttamente dalla integrazione numerica la radiazione relativa $y:Y$; e precisamente venne assunto (v. cap. prec.) $Y=0,41444$.

Calcolando il valore di r_0 per $\theta=\theta_0$, $2\theta_0$, ... $10\theta_0$, e ricavando dalla tabella II i corrispondenti valori di f, indi formando le successive differenze e serie sommate, si ottiene il seguente prospetto d' integrazione.

θ	r_0	${}^{I}f$	f	f^{I}	f^{II}
111° 6′,0	1, 00000		0, 00000		
		+0, 00038		+502	
99 59, 4	0, 98865		502		+ 83
		540		+585	
88 52, 8	0, 97700		1087		+ 33
		1627		+618	
77 46, 2	0, 96554		1705		— 7
		3332		+611	
66 39, 6	0, 95468		2316		— 36
		5648		+575	
55 33, 4	0, 94480		2891		— 68
		8539		+507	
44 26, 4	0, 93626		3398		— 89
		11937		+418	
33 19, 8	0, 92930		3816		—106
		15753		+312	
22 13, 2	0, 92418		4128		—121
		19881		+191	
11 6, 6	0, 92106		4319		—125
		24200		+ 66	
0 0, 0	0, 92000		4385		—132
				— 66	
					—125

$$\int = 0,24200 \quad + 2192,5 \quad + 5,5 \quad - 5,2 = 0,26393$$

E questo valore moltiplicato per l'altro già ottenuto di w fornisce il valore 0,016, per la radiazione relativa, quale si trova nella tabella III in corrispondenza agli argomenti $l = 0,98$, $b = 0,08$.

2° Caso. Vogliasi il valore della radiazione relativa $y : Y$ per $l = 0,90$ $b = 1,52$ (fase $= 0,24$, $a = l + b - 1 = 1,42$).

Applicheremo la formola (8_b) all' area occultata σ_1, assumendo come intervallo d' integrazione per la r 0,04, e calcolando quindi i valori della funzione integranda per $r = 0,52$, $0,56, \ldots 1,00$. Indicando con $\frac{1}{2}\theta'$ gli angoli $\frac{1}{2}\theta$ calcolati in primi secondo la formola (14), dovremo considerare nella funzione integranda della formola (8_b) $\frac{2\theta}{\pi} = \frac{\theta'}{5400}$, e formando i valori di

$$f = \frac{0,04}{5400} \cdot Jr. \frac{1}{2}\theta' = w\, Jr. \frac{1}{2}\theta'$$

e applicando a questi l'integrazione numerica secondo la formola (6), si otterrà l'importo di $\frac{1}{2}\, y_1$ ($\frac{1}{2}$ radiazione dell'area occultata σ_1) e quindi la corrispondente radiazione relativa $\frac{\frac{1}{2}\, y_1}{0{,}41444}$, il cui complemento sarà la radiazione relativa dell'area scoperta σ. Comunico nel quadro seguente i valori di $\frac{1}{2}\, \vartheta'$, di wJr (ottenuti dalla Tab. I), di f e delle relative differenze e serie sommate, avvertendo che l'integrazione è stata suddivisa in due procedenti in senso contrario da 0,52 a 0,76 e da 1,00 a 0,76.

r	$\log \frac{1}{2}\vartheta'$	$\log wJr$	${}^{I}f$	f	f^{I}	f^{II}	f^{III}
0, 52	$-\infty$			0, 00000			
			+0, 00024		+197		
0, 56	2, 7104	4, 5849		197		−112	
			221		+ 85		+93
0, 60	2, 8424	4, 6085		282		− 19	
			503		+ 66		
0, 64	2, 9124	4, 6291		348		− 12	
			851		+ 54		
0, 68	2, 9574	4, 6467		402		− 9	
			1253		+ 45		
0, 72	2, 9888	4, 6611		447		− 9	
			1700		+ 36		
0, 76	3, 0118	4, 6721		483		− 8	
			2763		+ 28		
0, 80	3, 0291	4, 6791		511		− 11	
			2253		+ 17		
0, 84	3, 0421	4, 6809		528		− 11	
			1724		+ 6		
0, 88	3, 0520	4, 6758		534		− 15	
			1190		− 11		
0, 92	3, 0594	4, 6593		523		− 27	
			667		− 38		− 99
0, 96	3, 0648	4, 6206		485		−126	
			+0, 00182		−164		
1, 00	3, 0684	4, 4379		321			

$$\int = \left.\begin{array}{lll} 0{,}01700 & +241{,}5 & -2{,}5 \\ +0{,}02763 & +241{,}5 & +2{,}5 \end{array}\right\} = 0{,}04945 = \frac{1}{2}\, y_1$$

$$\frac{1}{2}\, y = \frac{1}{2}\, Y - \frac{1}{2}\, y_1 = 0{,}36499 \qquad \frac{y}{Y} = 0{,}881$$

Nella tabella III, in corrispondenza agli argomenti $l=0,9$ $b=1,52$ si trova appunto 0,881 come valore della radiazione relativa.

3° Caso. Quando il bordo del disco lunare non taglia quello del disco solare, ma è tutto interno (o tangente) a questo, il limite d'integrazione Θ, colla formola (8_a), coincide con π, e quindi l'intervallo d'integrazione ϑ_0 risulta un summultiplo di π, ciò che porta una notevole semplificazione nei calcoli. All'infuori di questa, non v'ha altra differenza sostanziale fra i calcoli del 3° caso e quelli del 1°; non aggiungiamo quindi altro in proposito, limitandoci ad accennare, che l'intervallo preso nei nostri calcoli (del 3° tipo) fu sempre di 15°.

14. *Relazioni particolari e ricerca dei massimi e minimi dei nostri integrali.*

Avendo ammesso che la intensità J sia funzione semplicemente della distanza r dal centro del disco solare, è senz'altro manifesto, che nel caso di una eclisse anulare il valore della radiazione corrispondente ad una data fase corrisponde a due diversi valori di b (parti scoperte del diametro trasversale del Sole) legati fra loro dalla relazione

$$b + 2l + b_1 = 2.$$

Possiamo dunque dire che, quando $l < 1$, i nostri integrali y riescono tali funzioni dei due parametri l e $b = a + 1 - l$, che riprendono lo stesso valore, quando il parametro b si cambia in $b_1 = 2(1-l) - b$. Così nella tabella III vediamo che in corrispondenza ad $l = 0,92$ si ha uno stesso valore per $b = 0,06$ e per $b = 0,00$.

Questa relazione fa senz'altro prevedere, per semplici considerazioni geometriche, che il caso $b = b_1 = 1 - l$ ossia $a = 0$ (eclisse anulare, centralità perfetta) deve corrispondere al minimo

della radiazione. È facile aver di ciò la conferma dall' esame dei nostri integrali nella forma

$$y = \frac{2}{\pi} \int_{r_0}^{1} J\, r\, \theta(r)\, dr\,,$$

essendo $$r_0 = l - a,$$

e $$\theta(r) = \text{arc cos}\, \frac{l^2 - r^2 - a^2}{2\, a\, r}$$ (v. pagg. 18 e 21)

Avremo infatti

$$\frac{\partial y}{\partial a} = J(r_0)\, \theta(r_0) - \int_{r_0}^{1} \frac{J r\, dr}{a} \frac{l^2 - r^2 + a^2}{\sqrt{4\, a^2\, l^2 - (l^2 - r^2 + a^2)^2}}$$

Il primo termine è sempre nullo, perchè $\theta(r_0) = 0$. Per la ricerca dei massimi e minimi basta dunque vedere, quando è che il secondo termine si annulla o diviene infinito. L' annullamento, essendo la funzione integranda essenzialmente positiva, non può avvenire che per $r_0 = 1$ cioè $l = a + 1$ (eclisse totale) e questo è un minimo ben manifesto. Ma noi vediamo inoltre, che l' integrale diviene infinito per $a = 0$, e questo corrisponde al minimo della radiazione per una eclisse anulare centrale. Se non si tenesse conto del decrescimento della intensità calorifica dei punti del disco solare dal centro alla periferia, non si avrebbe traccia di questo minimo corrispondente alla centralità, perchè la radiazione sarebbe manifestamente costante durante tutto il passaggio dal 2° al 3° contatto.

Da tutto l' esposto seguirebbe esser più naturale la scelta del parametro a (distanza dei centri del ⊙ e della ☾), anzichè di b (porzione scoperta del diametro trasversale del ⊙), come argomento per la nostra tavola III. I nostri integrali sono infatti funzioni sempre crescenti di a, mentre presentano le singolarità notate rispetto al parametro b. Ma la scelta di quest' altro argomento venne consigliata da una ragione d' indole pratica molto

importante, e cioè dalla molto minore estensione, che assume la tavola rispetto al parametro b anzichè rispetto al parametro a. E invero per una data distanza b fra i *lembi* dei dischi solare e lunare, la variazione del rapporto l dei diametri dei dischi medesimi non produce che variazioni piccolissime nell' importo della radiazione; mentre per una data distanza a fra i *centri* dei due dischi la variazione di l dà luogo ad una variazione ben sensibile nell' importo della radiazione.

È quasi superfluo aggiungere, che nel caso della centralità ($b = 1 - l$) il calcolo della radiazione non richiede nessuna quadratura superficiale, ma si riduce senz'altro al calcolo dell'integrale semplice

$$\int_l^1 Jr\,dr$$

da noi già tabulato nella Tav. II.

Nella figura (5) abbiamo rappresentato l'andamento di al-

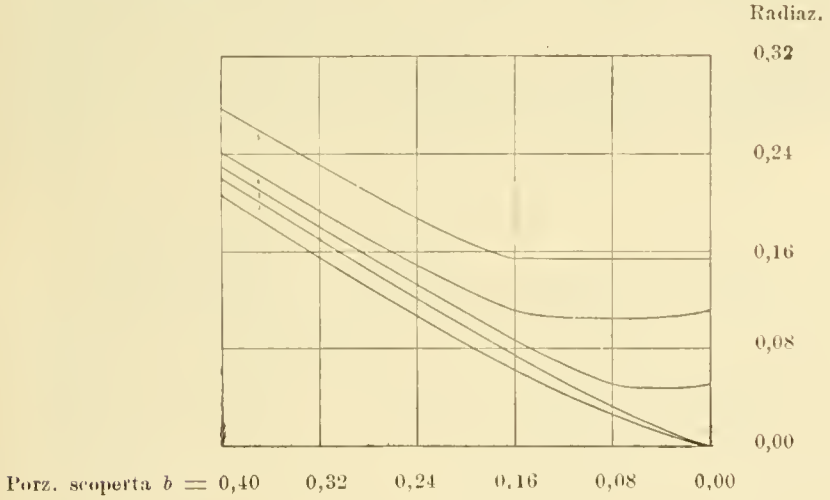


Fig. 5.

cuni dei nostri integrali da $b = 0,40$ a $b = 0$, vale a dire il modo di variare della radiazione solare (in varie ipotesi circa il rapporto dei semidiametri del ☉ e della ☾) col variare della fase

da 0,80 ad 1,00 (totalità o centralità). Per fasi non troppo grandi le varie curve corrono quasi parallelamente; una differenza sensibile non si manifesta che per fasi maggiori di 0,9. La differenza più rilevante, com'è naturale, vien presentata dalle due curve relative all'eclisse anulare. Per avere una idea dell'errore a cui si andrebbe incontro, trascurando la diminuzione del potere calorifico dei punti del ⊙ dal centro alla periferia, abbiamo aggiunto alle quattro curve 1, 2, 3, 4 rappresentanti i risultati del nostro calcolo (per $l = 0{,}92$ 0,96 1,00 1,08) una quinta curva (5) corrispondente al caso $l = 0{,}92$, ottenuta ammettendo, che la radiazione delle porzioni scoperte del disco solare sia proporzionale alla superficie delle porzioni medesime [1]). Come si vede, la differenza è sensibilissima, e tale da giustificare ampiamente l'estensione data ai nostri calcoli. Intorno alla fase massima infatti l'errore a cui si va incontro, ammettendo la detta proporzionalità, ammonta quasi alla metà dell'importo della radiazione, quale risulta dal calcolo rigoroso.

---

[1]) Per tracciare questa curva abbiamo calcolato le aree σ_1, σ_2, σ_3, σ_4 delle porzioni scoperte del disco solare per $l = 0{,}92$ e per $a = 0{,}16$ 0,24 0,32 0,40. Nel primo caso (area anulare) è manifestamente $\sigma_1 = 1{,}00^2 - 0{,}92^2 = 0{,}1536$. Per gli altri tre casi ci siamo serviti del sistema di formole subito ottenibile dalla Fig. 6.

$$p = \frac{1}{2}(1 + a + l)$$

$$S_1 = \text{Area triang. } ABC = \sqrt{p(p-1)(p-a)(p-l)}$$

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{S_1}{p(p-a)} \qquad \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} = \frac{S_1}{p(p-1)} \qquad \operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} = \frac{S_1}{p(p-l)}$$

$$\left(\text{Controllo } \frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2} + \frac{\gamma}{2} = 90^0\right)$$

$$S_2 = \text{Area settore } ACE = \frac{180^0 - \gamma}{360^0}\,\pi$$

$$S_3 = \text{Area settore } ABD = \frac{\beta}{360^0}\,\pi\, l^2$$

$$\sigma = \text{Area lunula } ADA'E = \frac{S_1 + S_2 - S_3}{\pi}$$

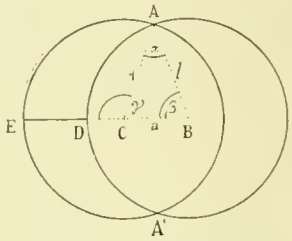


Fig. 6.

Abbiamo così ottenuto per $a = 0.24$ 0,32 0,40
rispettiv. $\sigma = 0{,}187$ 0,231 0,277.

Su questi numeri, insieme col primo trovato, si fonda la curva 5 della fig. 6.

15. *Valori delle funzioni* $r_0(\theta)$ *e* $\theta(r)$.

Poichè le scopo finale dei nostri calcoli è di fornire elementi, che facilitino lo studio dei valori del potere radiante J a varie distanze dal centro, ci sembra opportuno distinguere quella parte dei calcoli, che non dipende dalla speciale ipotesi da noi fatta per la funzione $J(r)$ (valori di Secchi, Vogel ed altri, rappresentazione analitica mediante la formola (21), e di comunicare i relativi risultati numerici, che potranno trovare immediata applicazione, quando si ricorra ad un' altra ipotesi circa la detta funzione $J(r)$, come capiterà appunto anche nel corso del presente lavoro (vedi Cap. 4°, Osservazioni del Prof. Julius a Burgos).

Ora i calcoli che non dipendono dalla J, ma solo da elementi geometrici relativi alla posizione mutua e alle dimensioni relative dei dischi apparenti del ☉ e della ☾, sono quelli delle funzioni $r_0(\theta)$ (formola 12, pag. 20) e $\theta(r)$ (formola 14, pag. 21). Nelle tavole IV e V (in fine) comunico quindi i valori di queste funzioni per quei valori dei parametri b ed l, che sono occorsi nei nostri calcoli.

Cap. IV. — Applicazione del metodo esposto a varie serie di osservazioni eseguite durante le eclissi del 28 Maggio 1900 e del 30 Agosto 1905.

16. *Principio del metodo.*

L' applicazione della tavola III consiste semplicemente nell' estrarne per interpolazione la tabella di valori *teorici* della radiazione in corrispondenza alle varie fasi di una data eclisse, conoscendo il valore del rapporto l del semidiametro lunare a quello solare. Il confronto dei detti valori teorici con quelli ottenuti dalla osservazione, debitamente purgati della influenza dell' assorbimento atmosferico, fornirà dei dati circa la vera legge di decrescimento della intensità calorifica dei punti del disco solare dal centro alla periferia, e, indirettamente, circa la probabile costituzione dell' atmosfera solare.

Come esempio, assai modesto, data l'esiguità dei mezzi d'osservazione impiegati, accennerò in primo luogo l'applicazione della Tav. III alle osservazioni attinometriche eseguite nell'Osservatorio astrofisico di Catania durante le eclissi del 28 Maggio 1900 e del 30 Agosto 1905.

17. *Osservazioni eseguite in Catania durante l'eclisse del 1905.* Secondo i calcoli da me eseguiti in un precedente lavoro [1]), il rapporto del diametro apparente del disco lunare a quello del disco solare (tenuto il debito conto della parallasse) aveva intorno alla fase massima della ultima eclisse (per Catania) il valore 1,046. La variazione oraria del diametro lunare (0,34) è nel caso nostro trascurabile. Per questo valore di l la tavola III fornisce a vista la seguente tabella di valori teorici della radiazione in corrispondenza alla fase (grandezza f della fase$=1-\frac{1}{2}b$)

Fase	Radiazione relativa	Diff.	Fase	Radiazione relativa	Diff.
0,00	1,000	— 6	0,52	0,574	—50
0,04	0,994	—13	0,56	0,524	—52
0,08	0,981	—19	0,60	0,472	—52
0,12	0,962	—25	0,64	0,420	—53
0,16	0,937	—29	0,68	0,367	—52
0,20	0,908	—32	0,72	0,315	—52
0,24	0,876	—36	0,76	0,263	—51
0,28	0,840	—39	0,80	0,212	—51
0,32	0,801	—41	0,84	0,161	—49
0,36	0,760	—43	0,88	0,112	—45
0,40	0,717	—46	0,92	0,067	—39
0,44	0,671	—48	0,96	0,028	—28
0,48	0,623	—49	1,00	0,000	

Riunendo ora i risultati del presente lavoro di puro calcolo con quelli di due precedenti lavori di osservazione, intesi l'uno

[1]) Relazione sulle fotografie delle fasi eseguite nell'Osservatorio di Catania durante l'Eclisse del 30 Agosto 1905, per A. Bemporad e U. Mazzarella. *Memorie della Soc. degli Spettroscopisti Ital.* XXXV, 1906, pag. 72.

allo studio delle già citate osservazioni attinometriche [1]), l'altro alla determinazione fotografica della grandezza delle fasi [2]), abbiamo la seguente tabella comparativa del *Calcolo* coll'*Osservazione*.

T. m. Catania	Grand. della Fase (Osserv.)	Radiazione relativa		O — C
		Osservata	Calcolata	
h m 14 27,4	0,76	(0,24)	0,26	—0,02
36,0	0,86	0,16	0,14	+0,02
36,6	0,87	0,15	0,13	+0,02
40,4	0,90	0,11	0,09	+0,02
44,5	0,92	0,06	0,07	—0,01
46,7	0,91	0,05	0,08	—0,03

Abbiamo racchiuso fra parentesi il primo valore osservato della radiazione relativa, perchè mentre tutti gli altri sono risultati immediati dell'osservazione ricavati dalla tabella a pag. 25 del primo lavoro citato, il detto valore (0,24) venne ricavato dalla curva di ragguaglio delle osservazioni data a pag. 26, attesochè il valore (0,20), che risulterebbe dalla detta tabella, si scosta notevolmente dalla curva di ragguaglio, ed è quindi alquanto sospetto. Eccettuato tutt'al più questo valore, per gli altri l'accordo fra l'osservazione ed il calcolo può dirsi soddisfacentissimo, quando si tenga conto del grado assai limitato di esattezza conseguibile in tal genere di osservazioni coll'attinometro di Arago [3]).

Come venne già notato nella prima riduzione di queste osservazioni attinometriche, così ora risulta, che la diminuzione osservata della radiazione solare fu *maggiore* di quella teorica, e presentò un ritardo di alcuni minuti rispetto a questa, semprechè si voglia accordare un significato reale a differenze di due centesimi in questo genere di misure.

---

[1]) V. Osservazioni attinometriche eseguite in Catania durante l'Eclisse del 30 Agosto 1905. *Memorie della Società degli Spettrosc. Ital.* XXXV 1906, pagg. 25, 26.

[2]) V. citazione alla pag. preced.

[3]) Una coppia di termometri l'uno a bulbo bianco l'altro a bulbo affumicato, ciascuno racchiuso in un inviluppo di vetro, nel quale è stato praticato il vuoto.

17. *Eclisse del 1900.*

Ad una conclusione affatto simile conducono però anche le osservazioni attinometriche eseguite nel nostro Osservatorio durante l' eclisse del 28 Maggio 1900, per quanto le condizioni atmosferiche fossero assai sfavorevoli, poichè il cielo rimase quasi tutto coperto fin oltre il principio dell' eclisse, e si rischiarò a poco a poco, restando il Sole leggermente velato fino alla fase massima, e interamente scoperto solo nella seconda metà della eclisse. Mancando osservazioni attinometriche con Sole interamente scoperto prima del principio dell' eclisse, è assai difficile liberare le osservazioni dall' influenza dell' assorbimento atmosferico, influenza ben sensibile, poichè verso la fase massima il Sole era alto appena 19^0 sull' orizzonte. Abbiamo cercato tuttavia di calcolare in via approssimativa l' importo dell' assorbimento, nel modo che segue.

Dalla rappresentazione grafica della variazione della radiazione solare e della grandezza delle fasi per la detta eclisse [1]) si rilevano per i tempi sottoindicati i seguenti valori di questi elementi

T. m. Catania	$5^h\ 10^m$	$5^h\ 15^m$	$5^h\ 20^m$	$5^h\ 25^m,2$	$5^h\ 28^m,9$	$5^h\ 33^m$
Porz. scop. del ⊙	7′,25	5′,00	4′,00	4′,00	5′,00	7′,25
q=Differ. termom.	$2^0,50$	$1^0,95$	$1^0,35$	$0^0,95$	$0^0,90$	$0^0,90$

Possiamo ammettere, che q (differenza delle letture dei due termometri) varierebbe proporzionalmente alla radiazione solare, se non intervenisse la variazione dell'assorbimento. Ora è noto, che quest' ultima variazione può esprimersi in modo semplice, introducendo in luogo delle intensità q i logaritmi delle stesse intensità (formole di Pouillet, Bartoli, Crova [2]). Si può sperare quindi di ottenere una rappresentazione discreta della variazio-

[1]) V. A. MASCARI, Relazione sulle osservazioni dell'eclisse parziale di Sole del 28 Maggio 1900 fatte nell' Osservatorio di astrofisico di Catania. *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani,* Vol. XXIX (1900) pag. 129.

[2]) V. nota citata in principio pag. 23.

ne di q dipendente dall' assorbimento atmosferico, *anche in condizioni atmosferiche variabili*, ricorrendo allo sviluppo di log q in serie di Taylor rispetto al tempo t durante un intervallo piuttosto ristretto, qual' è quello da noi considerato di 23 minuti. Poniamo dunque

$$\log Q_0 - \log Q = a\,t + b\,t^2 + ct^3 \tag{15}$$

indicando Q_0 l' intensità della radiazione per il tempo iniziale $t_0 = 5^h\ 10^m$, e t il tempo contato a partire da t_0. Indicando con Q_1, Q_2,.... Q_5 i valori che avrebbe assunto la radiazione solare per effetto della sola variazione dell' assorbimento atmosferico (cioè se non fosse variata la fase a partire da t_0) e con q_1, q_2... q_5 i valori effettivamente osservati della radiazione solare ai tempi t_1, t_2,.... t_5, poichè questi tempi sono stati così scelti, che corrispondono due a due a fasi uguali, epperò ad uguali importi della radiazione solare, potremo stabilire in corrispondenza alle tre coppie di valori comparabili tre equazioni per la determinazione dei coefficienti a, b, c, e precisamente le equazioni seguenti

$$\log Q_0 - \log Q_5 = \log q_0 - \log q_5 = a\,t_5 + b\,t_5^2 + c\,t_5^3$$
$$\log Q_1 - \log Q_4 = \log q_1 - \log q_4 = a\,(t_4 - t_2) + b\,(t_4^2 - t_2^2) + c\,(t_4^3 - t_2^3)$$
$$\log Q_2 - \log Q_3 = \log q_2 - \log q_3 = a\,(t_3 - t_2) + b\,(t_3^2 - t_2^2) + c\,(t_3^3 - t_2^3)$$

Applicando queste equazioni ai valori notati sopra delle t e delle q, e prendendo come unità di t 10 minuti, otteniamo

$$\log a = 9^n{,}7944 \qquad \log b = 9{,}6102 \qquad \log c = 8^n{,}3606$$

Il fatto che per il primo coefficiente a risulta un valore negativo sta ad attestare che sul principio dell' intervallo considerato, vale a dire fra $5^h\ 10^m$ e $5^h\ 20^m$, l' assorbimento atmosferico diminuiva invece di aumentare col tempo, come sarebbe avvenuto in condizioni normali dell' atmosfera. Questo risultato concorda perfettamente colla nota, che si trova a lato dei risultati delle osservazioni attinometriche fra $5^h\ 17^m$ e $5^h\ 20^m$ (*Sole leg-*

germente velato, il cielo si rischiara sempre più [1]), e dimostra l' opportunità dello speciale procedimento di riduzione da noi usato.

Applicando ora la (15) pei singoli tempi d' osservazione, possiamo ottenerne i valori delle q liberati della influenza dell' assorbimento atmosferico, e precisamente otteniamo *per le condizioni dell' atmosfera all'istante iniziale* $5^h\ 10^m$ i seguenti importi di q.

Porzione scop. del ⊙ . . .	7',25	5',00	4',00	3',82 (Fase mass.)
Intensità radiazione q . . .	2°,50	1°,20	0°,78	0,72

i quali ormai ci rappresentano, come è variata la radiazione per effetto della sola variazione della fase.

Per confrontare questi risultati con quelli della nostra Tav. III, ricaviamo anzitutto dalla *Connaissance des Temps* pel 1900 (applicando ad $r_☾$ la debita correzione di parallasse)

$$r_⊙ = 15',80 \qquad r_☾ = 16',02$$

epperò

$$l = \frac{r_⊙}{r_☾} = 1,014.$$

Dividendo poi i valori osservati delle porzioni scoperte del ⊙ per $r_⊙$ otteniamo i valori seguenti di b

b	0,459	0,316	0,253	0,242

e per questi valori di l e b si ricavano infine dalla Tav. III i valori seguenti della radiazione relativa ρ

ρ	0,255	0,164	0,126	0,119

La circostanza che le prime due cifre significative nella prima coppia di valori di q e ρ coincidono, mentre nelle due coppie seguenti si accentua la superiorità di ρ rispetto a q, sta

[1]) *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani* XXIX, pag. 133.

a dimostrare che la diminuzione *osservata* della radiazione solare corrispondente all' aumento della fase, anche nella eclisse del 1900, come nell' ultima dell' anno scorso, fu più forte di quella teorica.

Questa notevole manifestazione, che si ripete in circostanze così diverse, sembra confermare l' ipotesi da noi già avanzata in un precedente lavoro [1]), che l' eclisse solare provochi una variazione nel potere assorbente dell'atmosfera terrestre, concomitante alle variazioni della fase e dello stesso segno di queste.

Questa ipotesi viene altresì convalidata dal fatto, che secondo i nostri calcoli, la diminuzione della radiazione sarebbe stata più forte nella eclisse del 1900, anzichè in quella del 1905, in relazione evidentemente col fatto che le condizioni atmosferiche furono allora più sfavorevoli e il Sole più basso sull' orizzonte, che non nell' ultima eclisse del 1905. Le nostre osservazioni attinometriche sono troppo grossolane, per poterne ricavare, anche solo all'ingrosso, di quanto sarebbe aumentato, ciascuna volta, e con quale legge, l' assorbimento atmosferico; molto fondata appare invece la speranza, che interessanti risultati al riguardo possano ricavarsi, applicando il nostro metodo di riduzione a serie di osservazioni ottenute durante un' eclisse coi moderni sensibilissimi pireliometri a compensazione elettrica.

18. *Osservazioni del Prof.* W. H. *Julius a Burgos.*

In un recentissimo studio del prof. W. H. Julius, pubblicato nel numero di Maggio dell' *Astrophysical Journal*, viene esposto *a new method for determining the rate of decrease of the radiative power from the center toward the limb of solar disk*, che presenta qualche analogia col metodo da noi proposto, e che applicato alle osservazioni da lui stesso ottenute nell'ultima eclisse a Burgos, conduce al risultato del tutto conforme al nostro, che

[1]) V. Relazione sulle osservazioni attinometriche eseguite nell' Osservatorio di Catania durante l' eclisse di Sole del 30 Agosto 1905. *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, Vol. XXXV pag. 34 e 35.

la radiazione solare diminuirebbe, procedendo dal centro verso la periferia del disco solare, *più rapidamente* di quanto venne finora ammesso, così da ridursi sul lembo estremo a 0,24 del potere radiante al centro, anzichè a 0,40, come risulta in media dai precedenti risultati. Il metodo di Julius consiste nello stabilire con procedimento grafico e meccanico—precisamente disegnando in grandi proporzioni le successive porzioni scoperte del ⊙ per varî istanti durante l' eclisse e, in ciascuna di queste porzioni, tante zone concentriche al Sole, e poi ritagliando e pesando accuratamente le listerelle corrispondenti alle singole zone—un grande numero di equazioni fra i valori medî dell'intensità J corrispondenti alle dette zone, e i valori *osservati* della radiazione. Il metodo da noi proposto consiste invece nell'ammettere dapprima una legge già abbastanza approssimata, e nel ricavarne poi con procedimenti differenziali soltanto le piccole correzioni necessarie per stabilire l'accordo più soddisfacente fra l'osservazione ed il calcolo. Il nostro metodo non è dunque altro a priori che un metodo *di riduzione*, inteso a mettere in luce le discordanze fra i risultati delle osservazioni attinometriche eseguite durante un'eclisse e quelli delle osservazioni attinometriche eseguite con Sole interamente scoperto in varî punti del disco solare, il metodo di Julius aspira invece a riuscire un metodo di *ricerca diretta*, vale a dire ammette, che queste discordanze siano dovute ad errori sistematici nelle dette osservazioni attinometriche con Sole interamente scoperto, e conduce senz'altro ai valori del potere radiante J a varie distanze dal centro dal ⊙, che meglio si accordano coi risultati delle osservazioni fatte durante un' eclisse. Secondo ogni probabilità il nostro metodo dovrebbe riuscire di applicazione più facile e più sicura che non quello di Julius, perchè più conforme al principio—tanto fecondo nelle scienze matematiche e naturali—delle approssimazioni successive.

19. *Applicazione della Tavola III alle osservazioni di Julius.*

Per applicare il nostro metodo di riduzione alle osserva-

zioni di Julius dobbiamo procurarci per i singoli valori osservati della radiazione solare i corrispondenti valori della porzione scoperta b dal diametro solare. Poichè le osservazioni, sulle quali si fonda lo Julius per dedurne i valori di J, si riferiscono all' intervallo di tempo compreso fra il terzo e il quarto contatto, così basterà per il nostro scopo la conoscenza dei tempi e degli angoli di posizione relativi a questi contatti. Ora secondo i dati assunti da Julius (su calcoli del Prof. Nyland) si ebbe a Burgos

per il III e IV contatto

rispettivamente:

angolo di posiz. $\theta_3 = 304^0,9$	$\theta_4 = 114^0,9$
t. m. locale $t_3 = 0^h\ 55^m\ 39^s$	$t_4 = 2^h\ 12^m\ 14^s$

e inoltre

$$l = r_{☾} : r_{\odot} = 132,8 : 126.8 = 1,047.$$

Da questi valori, assumendo come unità di lunghezza il semidiametro solare $r_{\odot}$, e come assi x, y quelli rispetto ai quali s' intendono computati gli angoli di posizione, otteniamo per le coordinate del centro della ☾ rispetto al centro del ⊙ negli istanti del 3° e 4° contatto rispettivamente

III	IV
$x_3 = (l - 1) \cos \theta_3 = - 0,0269$	$x_4 = (l + 1) \cos \theta_4 = - 0,8619$
$y_3 = (l - 1) \sin \theta_3 = + 0,0385$	$y_4 = (l + 1) \sin \theta_4 = + 1,8567$

Ammettendo, che fra gli istanti del 3° e 4° contatto il movimento del centro della ☾ rispetto al centro del ⊙ possa considerarsi come rettilineo, uniforme, avremo come coordinate x_t, y_t al tempo t

$$x_t = x_3 - 0,8350\ (t - t_3)$$
$$y_t = y_3 + 1,8182\ (t - t_3)$$

e di qui infine i valori $a_t = \sqrt{x_t^2 + y_t^2}$ della distanza a_t dei cen-

tri del ⊙ e della ☾ al tempo t e infine i valori $b_t = a_t - (l-1)$ per le porzioni scoperte b_t del diametro solare, quali sono segnati nel seguente quadro. In questo la prima colonna contiene i tempi delle singole osservazioni di Julius, la seconda i valori di b ottenuti nel modo che si è detto, la terza i valori delle ordinate della curva della radiazione corretti empiricamente dell' influenza dell' assorbimento atmosferico [1]), la 4ª i valori della radiazione relativa ricavati cogli argomenti b ed l dalla nostra tabella III (v. infine). Per poter confrontare i valori osservati con quelli calcolati, poichè non si rileva dal lavoro di Julius, quale ordinata possa farsi corrispondere alla fase 0 (disco del Sole interamente scoperto), così abbiamo formato i rapporti delle singole ordinate corrette rispetto all' ultima e i rapporti analoghi delle corrispondenti radiazioni relative da noi calcolate; le differenze dei rapporti così ottenuti danno gli $O-C$ della 5ª colonna.

t			b	Ordinate della curva corretta della radiazione (Julius)	Radiazione relativa (Tav. III)	$O-C$
h	m	s				
0	55	40	0,000	0,0	0,000	0,000
	57	40	0,051	20,1	0,017	—0,009
	59	40	0,102	52,5	0,038	—0,014
1	1	40	0,153	91,0	0,063	—0,019
	3	40	0,204	136,5	0,092	—0,025
	5	40	0,254	187,0	0,121	—0,024
	7	40	0,305	241,0	0,151	—0,025
	9	40	0,356	297,0	0,183	—0,026
	11	40	0,407	355,0	0,217	—0,028
	13	40	0,458	414,0	0,250	—0,028
	15	40	0,509	474,0	0,283	—0,026
	17	40	0,560	535,0	0,315	—0,023
	19	40	0,611	597,0	0,348	—0,020
	21	40	0,662	659,0	0,382	—0,018
	23	40	0,713	721,0	0,415	—0,015
	25	40	0,763	783,0	0,449	—0,014
	27	40	0,814	844,5	0,482	—0,011
	29	40	0,865	905,5	0,514	—0,007
	31	40	0,916	966,0	0,546	—0,004
	33	40	0,967	1026,0	0,579	—0,003
	35	40	1,018	1085,5	0,611	0,000

[1]) V. *Table II* a pag. 318 del lavoro citato di Julius.

I valori $O—C$, per quanto piccoli, poichè non superano in nessun caso l'importo del 3 per cento [1]), hanno però un andamento del tutto sistematico. Questo era senz'altro prevedibile a priori, pel fatto che i valori del potere radiante J ottenuti dal Prof. Julius dalle sue osservazioni col procedimento accennato a pag. 38, si scostano notevolmente dai valori da noi assunti (pag. 4), che sono quelli ottenuti da Secchi, Vogel ed altri mediante il confronto simultaneo dell'intensità calorifica di punti del disco solare a varie distanze dal centro, *col disco del Sole interamente scoperto*. Ora però la conoscenza dell'importo effettivo di questi $O—C$ (e di quelli consimili relativi ad altre serie di osservazioni) permetterà senza dubbio di risolvere, se non subito, certo in breve volger di tempo, la questione di riconoscere, *quale sia l'effettiva legge di decrescimento del potere radiante dei punti del disco solare*, se siano cioè più nel vero Secchi, Vogel e Frost, che fanno ammontare il potere radiante alla periferia del disco solare a 0, 40 del potere radiante delle parti centrali, o lo Julius, che trova per lo stesso rapporto il valore 0, 24.

21. *Varie spiegazioni possibili per il divario dell'osservazione dal calcolo.*

Il Prof. Julius ritiene, che questo disaccordo sia da attribuire ad un errore sistematico del metodo, diremo così, antico, e precisamente al fatto, che nel confronto simultaneo di areole a varie distanze dal centro del disco solare, alla intensità calorifica propria delle singole areole si aggiunga quella diffusa proveniente dalle altre parti del disco [2]). Noi non vediamo vera-

---

[1]) Notiamo incidentalmente che dello stesso ordine di grandezza sono gli O-C relativi alle due serie di osservazioni attinometriche eseguite nell'Osservatorio di Catania, da noi precedentemente discusse.

[2]) Credo opportuno citare le parole testuali del Prof. Julius: *there is.... a systemätic error which must have influenced similarly all of the results thus obtained, and which proceed from the scattering of the rays by the terrestrial atmosphere. In any point of an image of the Sun is not only to be found the radiation coming from the corresponding point of the disk, but, in addition, some diffused radiation proceeding from other parts of the disk.*

mente, come la diffusione possa falsare le misure, quando si adoperino schermi ben costruiti, e a considerevole distanza dagli attinometri, come già operò Ericsson [1]; vediamo bensì un'altra causa assai probabile di perturbazione nel metodo proposto dall'Julius, della quale non fa cenno l'insigne fisico, e che consiste nelle variazioni (da noi già accennate a pag. 37) cui può andar soggetto durante lo svolgersi dell'eclisse il potere assorbente dell'atmosfera terrestre. Basta infatti un leggero aumento in questo potere assorbente [2] col progredire della fase per spiegare completamente la diminuzione più rapida della radiazione, quale è risultata allo Julius e a noi.

22. *Rappresentazione dei valori dati da Julius per il potere radiante* J *mediante la formola* (2).

Intanto un fatto molto interessante è questo, che i valori dati da Julius per il potere radiante J a varie distanze dal centro del disco solare, per quanto notevolmente diversi da quelli da noi assunti sul fondamento delle osservazioni di Secchi, Vogel ed altri, si possono tuttavia rappresentare in modo quasi perfetto colla stessa formola (2), che abbiamo usato per rappresentar quelli, quando solo si cangino convenientemente i valori delle costanti λ, μ.

Procedendo come al solito per approssimazioni successive, abbiamo determinato queste costanti in cinque modi diversi, e cioè anzitutto in modo da rappresentare esattamente i valori dati da Julius per $r = 0{,}7$ e per $r = 1{,}0$ (sistema I), poi variando successivamente questo secondo valore in modo da ottenere un accordo sempre più soddisfacente per tutti gli altri (sistemi II e III) poi variando leggermente anche il valore di J per 0,7

[1]) V. citazione a pag. 23.

[2]) Non mancano osservazioni, che confermano indirettamente questa ipotesi. V. in proposito: *Observations de M. Ch. Trèpied... à Guelma. Bulletin de la Societé astronomique de France. 1905. pag. 493*, e inoltre *Observations de M. H. Perrotin à Alcala de Chisvert. Ibidem pag. 539.*

(sistema IV) e in ultimo rappresentando esattamente i valori $J = 0{,}791$ per $r = 0{,}7$ e $J = 0{,}441$ per $r = 0{,}95$. Le prime determinazioni vennero ottenute mediante il sistema di formole accennato a pag. 9. L' ultimo calcolo venne invece eseguito risolvendo l' equazione risultante di 4° grado in λ colla *regula falsi*. Riproduco nella tabella seguente i valori ottenuti per le costanti e le differenze $O—C$ corrispondenti ai singoli sistemi (in millesimi del potere radiante unitario).

Distanza al centro del ⊙ (r)	Valori del potere radian. sec. Julius (J)	$O—C$				
		I $\log\lambda = 0{,}46511$ $\log\mu = 9{,}58118$	II $\log\lambda = 0{,}53585$ $\log\mu = 9{,}56143$	III $\log\lambda = 0{,}57054$ $\log\mu = 9{,}55117$	IV $\log\lambda = 0{,}58692$ $\log\mu = 9{,}55351$	V $\log\lambda = 0{,}60293$ $\log\mu = 9{,}55059$
0, 0	1, 000	0	0	0	0	0
0, 1	0, 998	+ 1	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1
0, 2	0, 986	— 1	— 1	— 1	— 1	— 1
0, 3	0, 966	— 3	— 4	— 4	— 4	— 3
0, 4	0, 940	—11	— 3	— 4	— 4	— 4
0, 5	0, 903	— 5	— 6	— 6	— 5	— 5
0, 6	0, 855	— 5	— 5	— 6	— 5	— 4
0, 7	0, 795	0	0	0	+ 3	+ 4
0, 75	0, 753	— 1	0	0	+ 3	+ 5
0, 8	0, 701	— 4	— 2	— 1	+ 2	+ 5
0, 85	0, 635	—10	— 6	— 5	— 1	+ 2
0, 9	0, 550	—19	—14	—11	— 6	— 2
0, 95	0, 440	—29	—18	—13	— 6	— 1
1, 0	(0, 240)	(0)	(+20)	(+30)	(+40)	(+46)

L' accordo a meno di 5 millesimi fra i valori osservati e i calcolati è quanto di meglio possa attendersi in questo genere di misure. Fa eccezione il valore di J sul bordo estremo, dove lo scarto sale a 5 centesimi, ma il valore 0,24 venne ottenuto dal Prof. Julius per estrapolazione (grafica probabilmente), ed egli stesso mostra di ritenerlo più incerto degli altri, racchiudendolo entro parentesi.

Il risultato ottenuto può rendersi più intuitivo, ricordando il significato fisico delle costanti λ e μ e i valori (V) già ottenuti a pag. 11 per queste costanti. Può dirsi dunque che: *I valori dati da Julius per il potere radiante J a varie distanze dal centro del*

disco solare si conciliano non meno bene dei valori di Secchi, Vogel ed altri colla ipotesi di un' atmosfera omogenea attorno al Sole; mentre però l'altezza di quest'atmosfera risulterebbe in ambedue i casi sensibilmente la stessa e pari ad $\frac{1}{4}$ *circa del raggio solare (esattamente 0,24 per le osservazioni di Secchi—Vogel e di 0,25 per quelle di Julius) il coefficiente d'assorbimento risulterebbe secondo le osservazioni di Julius sensibilmente più forte di quello fornito dalle osservazioni di Secchi—Vogel (0,35 contro 0,21).*

Beninteso l'atmosfera, di cui qui si tratta, non ha nulla a che vedere coll' effettiva atmosfera solare, certo non omogenea e uniforme, come l' abbiamo supposta, e ben più alta che $\frac{1}{4}$ di raggio solare; ma è da riguardare come un semplice modello, la cui introduzione è giustificata solo dal fatto, che agevola la rappresentazione delle osservazioni. Un' idea della differenza, che può presentare l' atmosfera effettiva da quella fittizia, l'abbiamo nell' atmosfera terrestre, la cui altezza determinata dalle osservazioni di estinzione col fondamento della formola di Lambert risulterebbe di una diecina di km. mentre è certo almeno qualche centinaio.

23. *Potere radiante medio dei punti del disco solare secondo le osservazioni di Julius.*

Una volta riconosciuto che la nostra formola (2) può rappresentare benissimo i valori proposti da Julius per il potere radiante J, si presenta da sè la questione di vedere, come vengano rappresentate, col nostro metodo di riduzione e coi nuovi valori ottenuti per le costanti

$$\log \lambda = 0,60293 \qquad \log \mu = 9,55059, \tag{16}$$

le osservazioni di Julius circa il modo di variare della radiazione solare durante le fasi di un eclisse, e se venga a scomparire l'andamento sistematico degli $O-C$, quale ci è risultato a pag. 40 coi primitivi valori delle λ, μ.

Per questo abbiamo calcolato anzitutto il valore del potere radiante medio

$$Y = 2 \int_0^1 Jr \, dr$$

coi due procedimenti d'integrazione già accennati nel 2° Capitolo. La quadratura numerica ci ha dato:

con $w = 0,04$ e colla formola a pag. 13 $\displaystyle\int_0^{0,88} Jr \, dr = 0,32096$

con $w = 0,01$ e colla formola (6) pag. 14 $\displaystyle\int_{0,88}^{0,98} Jr \, dr = 0,04468$

con $w = 0,002$ e colla formola (6) pag. 14 $\displaystyle\int_{0,98}^{1,00} Jr \, dr = 0,00573$

epperò $\displaystyle\frac{1}{2} Y = \int_0^1 Jr \, dr = 0,37137$

La quadratura con procedimento analitico ci ha dato (cfr. § 9, pag. 15)

$$\frac{\mu}{\log_{10} e} = \nu = x_0 = [9,91281] \qquad u = \sqrt{1 + 2\lambda} = [0,47750] \qquad (17)$$

$$\nu u = x_1 = [0,39031]$$

$$\int_{x_0}^{x_1} e^{-x} \, dx = \Big[e^{-x} (1 + x) \Big]_{x_1}^{x_0} =$$

$$= +0,80227 \qquad \text{(termini in } x_1\text{)}$$
$$-0,29635 \qquad \text{(termini in } x_0\text{)}$$
$$= +0,50592$$

$$\int_{x_0}^{x_1} \frac{e^{-x}\,dx}{x^3} = \left[-\frac{1}{2x^2} + \frac{1}{x} + \frac{1}{2}\log x - \frac{x}{1.2.3} + \ldots + (-1)^n \frac{x^n}{n.1.2\ldots(n+2)} + \ldots \right]_{x_0}^{x_1}$$

$$\left.\begin{aligned} = &+0.74705 - 1,22233 + 0,10039 \\ &+0,13635 - 0,01394 + 0.00152 \\ &-0,00016 + 0,00001 - \ldots\ldots \end{aligned}\right\} \text{termini in } x_0$$

$$\left.\begin{aligned} &-0,08286 + 0,40709 + 0,44937 \\ &-0,40941 + 0,12571 - 0.04117 \\ &+0.01264 - 0,00355 + 0,00091 \\ &-0,00021 + 0,00005 - 0,00001 \end{aligned}\right\} \text{termini in } x_1$$

$$= +0,20745$$

E introducendo i valori di questi due integrali nella espressione (7) di Y data a pag. 15, coi valori (16) e (17) per le costanti λ, μ, ν, u, abbiamo ottenuto infine

$$\frac{1}{2}\,Y = 0.37137$$

in coincidenza perfetta col valore ottenuto mediante la quadratura numerica (v. pag. prec.).

Come era prevedibile, le osservazioni di Julius conducono dunque ad un valore (0,74) del potere radiante medio dei punti del disco solare più piccolo $\left(\text{di circa } \frac{1}{10}\right)$ di quello da noi già ottenuto nel 2° Cap. sul fondamento delle osservazioni attinometriche di Secchi, Vogel ed altri (0,83).

24. *Valori del potere radiante* J *e di* $\int_0^1 Jr\,dr$ *secondo il sistema* (16) *di costanti* (*ricavate dalle osservazioni di Julius a Burgos*).

La stessa quadratura numerica, che ci ha fornito il valore del potere radiante medio dei punti del disco solare, ci fornisce anche la seguente tabella di valori di $\log J$ e di $\int_0^1 Jr\,dr$, a noi necessaria per poter applicare le formole (8_a) e (8_b), e che crediamo opportuno comunicare in *extenso*, affine di agevolare ad altri il confronto fra le osservazioni attinometriche di Julius ed altre consimili.

r	$\log J$	d	$\int_r^1 Jr\,dr$	d
0, 00	0, 0000	0	0, 37137	5
0, 01	0, 0000	1	0, 37132	15
0, 02	9, 9999	0	0, 37117	25
0, 03	9, 9999	1	0, 37092	35
0, 04	9, 9998	2	0, 37057	45
0, 05	9, 9996	1	0, 37012	55
0, 06	9, 9995	2	0, 36957	65
0, 07	9, 9993	2	0, 36892	75
0, 08	9, 9991	3	0, 36817	85
0, 09	9, 9988	2	0, 36732	95
0, 10	9, 9986	3	0, 36637	105
0, 11	9, 9983	3	0, 36532	114
0, 12	9, 9980	4	0, 36418	125
0, 13	9, 9976	4	0, 36293	134
0, 14	9, 9972	4	0, 36159	144
0, 15	9, 9968	5	0, 36015	153
0, 16	9, 9963	5	0, 35862	164
0, 17	9, 9958	5	0, 35698	173
0, 18	9, 9953	5	0, 35525	183
0, 19	9, 9948	6	0, 35342	192
0, 20	9, 9942	6	0, 35150	202
0, 21	9, 9936	7	0, 34948	211
0, 22	9, 9929	7	0, 34737	221
0, 23	9, 9922	7	0, 34516	231
0, 24	9, 9915	7	0, 34285	240
0, 25	9, 9908	8	0, 34045	249
0, 26	9, 9900	8	0, 33796	259
0, 27	9, 9892	9	0, 33537	268
0, 28	9, 9883	9	0, 33269	278
0, 29	9, 9874	9	0, 32991	286
0, 30	9, 9865	10	0, 32705	295
0, 31	9, 9855	10	0, 32410	304
0, 32	9, 9845	11	0, 32106	314
0, 33	9, 9834	11	0, 31792	322
0, 34	9, 9823	11	0, 31470	331
0, 35	9, 9812	12	0, 31139	339
0, 36	9, 9800	13	0, 30800	348
0, 37	9, 9787	12	0, 30452	357
0, 38	9, 9775	14	0, 30095	365
0, 39	9, 9761	14	0, 29730	373
0, 40	9, 9747	14	0, 29357	382
0, 41	9, 9733	15	0, 28975	390
0, 42	9, 9718	15	0, 28585	397
0, 43	9, 9703	16	0, 28188	405
0, 44	9, 9687	16	0, 27783	413
0, 45	9, 9671	17	0, 27370	421
0, 46	9, 9654	18	0, 26949	428
0, 47	9, 9636	18	0, 26521	436
0, 46	9, 9618	19	0, 26085	443
0, 49	9, 9599	20	0, 25642	451
0, 50	9, 9579	21	0, 25191	457
0, 51	9, 9558	21	0, 24734	464
0, 52	9, 9537	22	0, 24270	471
0, 53	9, 9515	22	0, 23799	477
0, 54	9, 9493	24	0, 23322	484
0, 55	9, 9469	24	0, 22838	490
0, 56	9, 9445	25	0, 22348	496
0, 57	9, 9420	27	0, 21852	501
0, 58	9, 9393	27	0, 21351	507
0, 59	9, 9366	28	0, 20844	513

r	$\log J$	d	$\int_r^1 Jr\,dr$	d
0, 60	9, 9338	30	0, 20331	518
0, 61	9, 9308	30	0, 19813	523
0, 62	9, 9278	32	0, 19290	527
0, 63	9, 9246	33	0, 18763	532
0, 64	9, 9213	35	0, 18231	536
0, 65	9, 9178	35	0, 17695	540
0, 66	9, 9143	37	0, 17155	543
0, 67	9, 9106	39	0, 16612	547
0, 68	9, 9067	41	0, 16065	550
0, 69	9, 9026		0, 15515	
		42		553
0, 70	9, 8984	44	0, 14962	555
0, 71	9, 8940	47	0, 14407	557
0, 72	9, 8893	48	0, 13850	559
0, 73	9, 8845	51	0, 13291	560
0, 74	9, 8794	53	0, 12731	561
0, 75	9, 8741	56	0, 12170	561
0, 76	9, 8685	59	0, 11609	561
0, 77	9, 8626	62	0, 11048	561
0, 78	9, 8564	65	0, 10487	559
0, 79	9, 8499		0, 09928	
		70		558
0, 80	9, 8429		0, 09370	

r	$\log J$	d	$\int_r^1 Jr\,dr$	d
0, 80	9, 8429	73	0, 09370	557
0, 81	9, 8356	78	0, 08813	553
0, 82	9, 8278	82	0, 08260	550
0, 83	9, 8196	89	0, 07710	545
0, 84	9, 8107	94	0, 07165	541
0, 85	9, 8013	101	0, 06624	535
0, 86	9, 7912	109	0, 06089	528
0, 87	9, 7803	119	0, 05561	520
0, 88	9, 7684	127	0, 05041	512
0, 89	9, 7557		0, 04529	
		140		502
0, 90	9, 7417	153	0, 04027	492
0, 91	9, 7264	170	0, 03535	478
0, 92	9, 7094	190	0, 03057	463
0, 93	9, 6904	215	0, 02594	448
0, 94	9, 6689	245	0, 02146	429
0, 95	9, 6444	293	0, 01717	408
0, 96	9, 6151	352	0, 01309	383
0, 97	9, 5799	450	0, 00926	353
0, 98	9, 5349	643	0, 00573	315
0, 99	9, 4706		0, 00258	
		2421		258
1, 00	9, 2285		0, 00000	

25. *Calcolo della radiazione relativa corrispondente alle varie fasi di un'eclisse secondo le costanti ricavate dalle osservazioni di Julius.*

Introducendo i valori di J e $\int_r^1 Jr\,dr$, che si ricavano da questa tabella nelle formole (8_a) e (8_b), e ricavando i valori delle θ e di r_0 dalla tabella IV, abbiamo calcolato (al solito con quadratura numerica) i valori della radiazione relativa pei valori sottosegnati delle porzioni scoperte b del disco solare e pei valori $l = 1{,}04$, $l = 1{,}06$ del rapporto $r_{☾} : r_{\odot}$. Da questi infine mediante interpolazione abbiamo ottenuto i valori della radiazione relativa corrispondente ad $l = 1{,}047$, che comunichiamo insieme agli altri nella seguente breve tabella [1]).

[1]) Questo procedimento di successive interpolazioni potrebbe sembrare a taluno troppo laborioso e poco esatto. Si deve riflettere però che il calcolo diretto dei valori della radiazione relativa per le venti osservazioni in questione richiederebbe il calcolo di 20 serie di

l / b	1,04	1,06	1,017	d
1,04	0,622	0,619	0,621	53
0,96	0,564	0,567	0,568	53
0,88	0,516	0,514	0,515	53
0,80	0,463	0,460	0,462	54
0,72	0,408	0,405	0,406	54
0,64	0,353	0,350	0,352	54
0,56	0,299	0,296	0,298	54
0,48	0,245	0,242	0,241	52
0,40	0,193	0,190	0,192	49
0,32	0,144	0,141	0,143	47
0,24	0,097	0,094	0,096	42
0,16	0,055	0,053	0,054	34
0,08	0,020	0,020	0,020	20
0,00	0,000	0,000	0,000	

26. *Rappresentazione dei valori della radiazione solare osservati da Julius.*

Quest' ultima tabella applicata alle osservazioni di Julius, coi valori di b da noi già ottenuti sopra, conduce ai seguenti valori della radiazione relativa e ai seguenti $(O-C)_2$ (differenze

valori di θ ed r_0, ciò che si evita completamente, facendo il calcolo per quei valori di l e di b considerati nella nostra tabella IV, ed applicando poi una duplice interpolazione. Che questo risparmio di lavoro poi non vada a scapito della esattezza, si può riscontrare agevolmente col calcolo diretto di uno dei valori della radiazione relativa, p. es. di quello corrispondente a $b = 0{,}051$, che, essendo vicino all' estremo della tavola, risente in maggior grado delle incertezze della interpolazione. Ora dal calcolo diretto secondo la formola (8_b coi valori $b = 0{,}051$ ed $l = 1{,}047$ e ricavando i valori di $\int_r^1 Jr\,dr$ dalla tabella a pagg. 47, 48 abbiamo ottenuto i risultati seguenti:

θ	r_0	$\int_{r_0}^1 Jr\,dr$
0 0,00	0,9490	0,01758
6° 22',66	0,9496	0,01734
12 45,33	0,9512	0,01667
19 8,00	0,9539	0,01556
25 30,66	0,9577	0,01409
31 33,33	0,9625	0,01211
38 16,00	0,9682	0,00994
44 38,66	0,9750	0,00746
51 1,33	0,9826	0,00489
57 24,00	0,9910	0,00225
63 46,66	1,0000	0,00000

da cui $\int_0^\theta d\theta \int_{r_0}^1 Jr\,dr = \frac{\theta'}{\pi' Y} \cdot 0{,}10927 = 0{,}0104$ contro 0,011, come otteniamo dalle nostre successive interpolazioni (v. tabella a pag. 50). L'accordo è dunque del tutto soddisfacente.

fra i rapporti delle radiazioni osservate e quelli delle radiazioni calcolate, v. osservazione a pag. 40).

b	Radiazione osservata (Julius)	Radiaz. relat. calcolata (2° calcolo)	$(O-C)_2$ (in millesimi)
0, 000	0, 0	0, 000	0
0, 051	20, 1	0, 011	— 1
0, 102	52, 5	0, 028	— 2
0, 153	91, 0	0, 051	0
0, 204	136, 5	0, 076	+ 1
0, 254	187, 0	0, 104	0
0, 305	241, 0	0, 134	+ 1
0, 356	297, 0	0, 165	+ 2
0, 407	355, 0	0, 197	+ 2
0, 458	414, 0	0, 229	+ 3
0, 509	474, 0	0, 263	+ 3
0, 560	535, 0	0, 298	+ 1
0, 611	597, 0	0, 332	+ 2
0, 662	659, 0	0, 367	+ 1
0, 713	721, 0	0, 401	+ 2
0, 763	783, 0	0, 439	— 3
0, 814	844, 5	0, 471	+ 1
0, 865	905, 5	0, 505	+ 1
0, 916	966, 0	0, 539	+ 1
0, 967	1026, 0	0, 573	— 1
1, 018	1085, 5	0, 606	0

Come si vede, l'andamento decisamente sistematico, che si notava negli $(O-C)_1$ a pag. 40 (riduzione delle osservazioni di Julius colla nostra Tavola III ricavata dalle osservazioni di Secchi, Vogel ed altri) può dirsi quasi totalmente scomparso. Mentre prima infatti gli $(O-C)_1$ erano tutti di ugual segno e gradatamente crescenti dalle osservazioni estreme verso il centro della serie, qui invece l'importo degli $(O-C)_2$ positivi di poco supera quello degli $(O-C)_2$ negativi, e il valor medio, che prima era $-0,016$ adesso è sceso a $+0,0007$, se si tien conto del segno, e a $\pm 0,0015$ se si considerano gli $O-C$ in valore assoluto.

27. *Conclusione.*

Se si considera ora che il procedimento grafico-meccanico, con cui il Prof. Julius ha ricavato dai valori osservati della radiazione i valori del potere radiante J a varie distanze dal centro del disco solare, è di natura affatto diversa da quella del nostro procedimento analitico-numerico inteso allo scopo inverso,

conviene riconoscere che l'accordo soddisfacentissimo del nostro calcolo colla osservazione dimostra insieme l'esattezza di ambedue i procedimenti in questione, e costituisce un potente argomento in favore dell'opinione espressa dal Prof. Julius, che qualche errore sistematico affetti le determinazioni antiche del potere radiante J a varie distanze dal centro del disco solare, e che più esatti siano i valori, che risultano da osservazioni fatte durante un' eclisse, nel modo da lui indicato.

Tuttavia noi riteniamo che questa conclusione sarebbe per ora prematura, e non possa in ogni modo accettarsi come accennavamo già a pag. 42, che sotto la riserva di riconoscere, quanta parte possano avere nella variazione della radiazione solare durante le fasi di un' eclisse eventuali variazioni dell'assorbimento atmosferico dipendenti direttamente dalla intercettazione dei raggi solari, epperò proporzionali alla grandezza della fase e tendenti quindi a produrre le stesse manifestazioni, che Julius spiega col più rapido decrescimento del potere radiante $J(r)$ verso la periferia del disco solare.

Nella nostra riduzione delle osservazioni attinometriche eseguite nell' Osservatorio di Catania durante l' ultima eclisse [1]) abbiamo già accennato chiaramente, che non si può sperare di eliminare del tutto l' influenza dell' assorbimento atmosferico con procedimenti empirici, come quelli usati dal Prof. Julius (ragguaglio grafico) e da noi stessi (ragguaglio numerico colla formola di Pouillet, o di Crova, o di Bartoli), ma che bisogna istituire apposite esperienze per controllare l' effettiva variazione dell' assorbimento atmosferico durante l' eclisse. Un modo assai semplice per giungere a questo è già stato indicato da noi a pag. 34, e consisterebbe nell' accompagnare le osservazioni attinometriche con misure della grandezza della fase, e nel confrontare poi le misure attinometriche corrispondenti a fasi uguali. Un altro procedimento anche assai efficace sarebbe quello di eseguire

[1]) V. Memorie della Società degli Spettrosc. italiani Vol. XXXV pagg. 24, 31, 35.

due serie di osservazioni simultanee in due stazioni vicine, a rilevante dislivello [1]). Finchè però non venga dimostrato, in un modo o in un altro, che l' influenza delle variazioni dell' assorbimento atmosferico durante un' eclisse sia effettivamente trascurabile, il procedimento proposto da Julius per lo studio dei valori del potere radiante J a varie distanze dal centro del disco solare non potrà ritenersi senz'altro come più sicuro di quello antico di Secchi, Vogel ed altri. Una prova, se questo nostro dubbio sia fondato, o no, potrà aversi confrontando i risultati ottenuti da Julius con quelli ottenibili da altre serie di osservazioni eseguite durante la medesima eclisse [2]) e con strumenti consimili in località diverse. Se il procedimento di Julius è libero da influenze perturbatrici, dovrebbero risultare molto prossimamente gli stessi valori di J da tutte le serie d' osservazioni ; se invece, come noi riteniamo, il divario fra i valori ottenuti da Julius e quelli finora ammessi è da ascrivere in molta parte all'influenza delle variazioni dell'assorbimento atmosferico, l'applicazione dello stesso procedimento in località diverse (e sopratutto a notevole dislivello, per modo che l' influenza dell' assorbimento dell' atmosfera terrestre sia, quanto si può, diversa) condurrà a valori diversi per il potere radiante J alle varie distanze dal centro del disco solare. E non ci sarà nemmeno bisogno per questo di applicare il procedimento, in verità alquanto laborioso, consigliato dal Prof. Julius, ma basterà confrontare i risultati delle singole serie d' osservazione con quelli della nostra tabella III, e discutere il comportamento dei relativi valori $O—C$. Se poi, scoperte ed eliminate

[1]) Cfr. Memorie della Società degli Spettrosc. Ital. Vol. XXXV, pag. 35.

[2]) Il confronto di serie di osservazioni eseguite durante eclissi diverse è meno decisivo, perchè le variazioni dipendenti dalle diverse condizioni atmosferiche possono combinarsi colle altre provenienti dal vario grado di attività del Sole. Tuttavia noteremo a questo proposito che le osservazioni eseguite in Catania nel 1900 ci hanno dato (v. pag. 37) una diminuzione della radiazione col progredire della fase assai più rilevante che le osservazioni analoghe eseguite nel 1905 (v. pag. 33) ciò che starebbe in perfetto accordo colla ipotesi di una variazione dell' assorbimento atmosferico, poichè questa avrebbe dovuto appunto esser maggiore nella eclisse del 1900 avvenuta (per Catania) in condizioni atmosferiche più sfavorevoli e con Sole più basso sull' orizzonte, di quanto si ebbe nella eclisse del 1905.

tutte le fonti di errori sistematici nei varî metodi, resteranno delle differenze sensibili nei valori del potere radiante $J(r)$ ottenuti in varie epoche, nulla impedirà di ritenere queste differenze come reali ed inerenti alle condizioni dell' atmosfera solare; poichè le osservazioni della corona dimostrano, come questa atmosfera sia soggetta a variazioni ben rilevanti, che possono venir accompagnate da variazioni analoghe nel relativo potere assorbente e quindi anche nella legge di decrescimento del potere radiante dei punti del disco solare dal centro verso la periferia.

Tavole numeriche per il calcolo dei valori della radiazione relativa corrispondenti alle varie fasi di un'eclisse.

Tavola I.

Valori del potere radiante $J(r)$ dei punti del disco solare a varie distanze r dal centro, secondo la formola (2) e coi valori

$\log \lambda = 0,62152$ $\log \mu = 9,31933$ per le costanti.

r	log	$d.$	r	log $J(r)$	$d.$	r	log $J(r)$	$d.$	r	log $J(r)$	$d.$
0,00	0,0000	0	0,25	9,9946	5	0,50	9,9750	12	0,75	9,9250	34
0,01	0,0000	0	0,26	9,9941	5	0,51	9,9738	13	0,76	9,9216	35
0,02	0,0000	1	0,27	9,9936	5	0,52	9,9725	13	0,77	9,9181	37
0,03	9,9999	0	0,28	9,9931	5	0,53	9,9712	14	0,78	9,9144	3..
0,04	9,9999	1	0,29	9,9926	6	0,54	9,9698	14	0,79	9,9105	12
0,05	9,9998	1	0,30	9,9920	6	0,55	9,9684	14	0,80	9,9063	44
0,06	9,9997	1	0,31	9,9914	6	0,56	9,9670	15	0,81	9,9019	46
0,07	9,9996	1	0,32	9,9908	6	0,57	9,9655	16	0,82	9,8973	50
0,08	9,9995	1	0,33	9,9902	7	0,58	9,9639	16	0,83	9,8923	51
0,09	9,9994	2	0,34	9,9895	7	0,59	9,9623	17	0,84	9,8869	57
0,10	9,9992	2	0,35	9,9888	7	0,60	9,9606	17	0,85	9,8812	60
0,11	9,9990	2	0,36	9,9881	7	0,61	9,9589	18	0,86	9,8752	65
0,12	9,9988	2	0,37	9,9874	8	0,62	9,9571	19	0,87	9,8687	71
0,13	9,9986	3	0,38	9,9866	8	0,63	9,9552	20	0,88	9,8616	77
0,14	9,9983	2	0,39	9,9858	8	0,64	9,9532	21	0,89	9,8539	84
0,15	9,9981	3	0,40	9,9850	8	0,65	9,9511	21	0,90	9,8455	93
0,16	9,9978	3	0,41	9,9842	9	0,66	9,9490	22	0,91	9,8362	104
0,17	9,9975	3	0,42	9,9833	9	0,67	9,9468	23	0,92	9,8258	116
0,18	9,9972	3	0,43	9,9824	10	0,68	9,9445	24	0,93	9,8142	130
0,19	9,9969	4	0,44	9,9814	10	0,69	9,9421	26	0,94	9,8012	149
0,20	9,9965	3	0,45	9,9804	10	0,70	9,9395	26	0,95	9,7863	177
0,21	9,9962	4	0,46	9,9794	10	0,71	9,9369	28	0,96	9,7686	214
0,22	9,9958	4	0,47	9,9784	11	0,72	9,9341	29	0,97	9,7472	276
0,23	9,9954	4	0,48	9,9773	11	0,73	9,9312	30	0,98	9,7196	393
0,24	9,9950	4	0,49	9,9762	12	0,74	9,9282	32	0,99	9,6803	1121
0,25	9,9946		0,50	9,9750		0,75	9,9250		1,00	9,5682	

Tavola II.

r	0		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0, 00	0, 4	1444	1444	1444	1444	1444	1443	1443	1442	1442	1441
0, 01		1440	1439	1438	1437	1435	1434	1432	1431	1429	1427
0, 02		1425	1423	1421	1419	1416	1414	1411	1409	1406	1403
0, 03		1400	1397	1394	1390	1387	1383	1379	1376	1372	1368
0, 04		1364	1360	1356	1352	1348	1343	1338	1334	1329	1324
0, 05	0, 4	1319	1314	1309	1304	1299	1293	1287	1282	1276	1270
0, 06		1264	1258	1252	1246	1240	1233	1226	1220	1213	1206
0, 07		1199	1192	1185	1178	1171	1163	1155	1148	1140	1132
0, 08		1124	1116	1108	1100	1092	1083	1075	1066	1057	1048
0, 09		1039	1030	1021	1012	1003	0993	0983	0974	0964	0954
0, 10	0, 4	0944	0934	0924	0914	0903	0893	0882	0872	0861	0860
0, 11		0839	0828	0817	0806	0794	0783	0771	0760	0748	0737
0, 12		0725	0713	0701	0698	0676	0664	0651	0639	0626	0614
0, 13		0601	0688	0675	0662	0648	0535	0521	0508	0494	0680
0, 14		0466	0452	0438	0424	0410	0395	0381	0367	0352	0337
0, 15	0. 4	0322	0307	0292	0277	0261	0246	0230	0215	0199	0183
0, 16		0167	0151	0135	0119	0102	0086	0069	0053	0036	0020
0, 17		0003	*9986	*9969	*9952	*9934	*9917	*9899	*9882	*9864	*9847
0, 18	0, 3	9829	9811	9793	9775	9756	9738	9719	9701	9682	9664
0, 19		9645	9626	9607	9588	9569	9550	9531	9511	9492	9472
0, 20	0, 3	9452	9432	9412	9392	9372	9352	9332	9311	9291	9270
0, 21		9219	9228	9207	9186	9165	9144	9123	9101	9080	9058
0, 22		9036	9014	8992	8970	8948	8926	8903	8881	8858	8836
0, 23		88 3	8790	8767	8744	8721	8698	8675	8652	8628	8605
0, 24		8581	8557	8533	8509	8485	8461	8437	8413	8388	8364
0, 25	0, 3	8339	8319	8290	8265	8240	8215	8190	8165	8139	8114
0, 26		8088	8062	8037	8011	7985	7959	7933	7907	7881	7854
0, 27		7827	7800	7774	7747	7720	7693	7666	7639	7611	7584
0, 28		7556	7528	7501	7473	7445	7417	7389	7361	7333	7305
0, 29		7276	7247	7219	7190	7161	7132	7103	7074	7045	7016
0, 30	0, 3	6986	6956	6927	6897	6888	6838	6808	6778	6748	6717
0, 31		6687	6636	6605	6575	6544	6534	6503	6472	6441	6410
0, 32		6378	6346	6315	6283	6252	6220	6188	6156	6124	6092
0, 33		6060	6027	5995	5962	5930	5897	5864	5831	5798	5765
0, 34		5732	5699	5666	5632	5599	5565	5531	5498	5464	5430
0, 35	0, 3	5396	5362	5327	5293	5258	5224	5189	5155	5120	5085
0, 36		5050	5015	4980	4945	4909	4874	4838	4803	4767	4731
0, 37		4695	1659	4623	4587	4550	4514	4477	4441	4404	4368
0, 38		4331	4294	4257	4220	4183	4146	4109	4072	4034	3996
0, 39		3958	3920	3882	3844	3806	3768	3730	3692	3654	3615
0, 40	0, 3	3576	3537	3499	3460	3421	3382	3343	3304	3265	3225
0, 41		3185	3145	3106	3066	3026	2986	2946	2906	2866	2826
0, 42		2785	2744	2704	2663	2623	2582	2541	2500	2459	2418
0, 43		2376	2335	2294	2252	2211	2169	2127	2085	2043	2001
0, 44		1959	1917	1874	1832	1789	1747	1704	1662	1619	1576
0, 45	0, 3	1533	1490	1447	1404	1360	1317	1273	1230	1186	1142
0, 46		1098	1054	1010	0965	0921	*0877	*0833	*0788	*0744	*0700
0, 47		0655	0610	0566	0521	0476	0431	0386	0340	0295	0250
0, 48		0204	0158	0113	0067	0021	9975	9929	9883	9837	9791
0, 49	0, 2	9745	9699	9653	9606	9559	9512	9465	9418	9371	9324
0, 50	0, 2	9277	9230	9183	9136	9088	9040	8992	8945	8897	8849

Valori di $\int_r^1 Jr\,dr$

r	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0, 50	0, 2 9277	9230	9183	9136	9088	9040	8992	8945	8897	8849
0, 51	8801	8753	8705	8657	8608	8560	8612	8464	8415	8366
0, 52	8317	8268	8219	8170	8121	8072	8023	7974	7925	7875
0, 53	7825	7775	7726	7676	7626	7576	7526	7476	7426	7376
0, 54	7325	7275	7225	7174	7123	7072	7021	6970	6919	6868
0, 55	0, 2 6817	6766	6715	6661	6613	6561	6509	6458	6106	6354
0, 56	6302	6250	6198	6146	6093	6041	5989	5937	5885	5832
0, 57	5779	5726	5674	5621	5568	5515	5462	5409	5356	5303
0, 58	5219	5196	5143	5089	5035	1981	4927	4873	1819	4765
0, 59	4711	4657	4603	4549	4495	4410	4386	4332	4277	4222
0, 60	0, 2 4167	4112	4057	4002	3947	3892	3837	3782	3727	3671
0, 61	3615	3560	3504	3449	3393	3337	3281	3225	3169	3113
0, 62	3057	3001	3015	2889	2832	2775	2718	2662	2605	2519
0, 63	2492	2435	2378	2321	2264	2207	2150	2093	2036	1978
0, 64	1921	1864	1806	1749	1691	1633	1575	1517	1459	1101
0, 65	0, 2 1313	1285	1227	1169	1110	1052	0994	0935	0877	0818
0, 66	0759	0700	0642	0583	0524	0465	0406	0347	0288	0228
0, 67	0169	0110	0050	*9991	*9931	*9872	*9812	*9753	*9693	*9634
0, 68	0, 1 9574	9514	9454	9394	9334	9274	9214	9154	9094	9033
0, 69	8973	8913	8853	8792	8732	8671	8610	8550	8489	8128
0, 70	0, 1 8367	8306	8245	8184	8123	8062	8001	7940	7878	7817
0, 71	7755	7693	7632	7570	7509	7447	7385	7324	7262	7201
0, 72	7139	7077	7015	6953	6891	6829	6767	6705	6643	6580
0, 73	6518	6456	6393	6331	6269	6209	6143	6081	6018	5955
0, 74	5893	5830	5768	5705	5642	5579	5516	5453	5390	5327
0, 75	0, 1 5264	5201	5138	5075	5011	4948	4885	4821	4758	4695
0, 76	4631	4568	4504	4441	4377	4313	4249	4186	4122	4059
0, 77	3995	3931	3868	3804	3740	3676	3612	3548	3484	3420
0, 78	3356	3292	3228	3163	3099	3035	2971	2907	2842	2778
0, 79	2714	2650	2585	2521	2456	2392	2328	2263	2189	2134
0, 80	0, 1 2070	2006	1941	1877	1812	1747	1682	1618	1553	1489
0, 81	1424	1359	1295	1230	1166	1101	1036	0972	0907	0842
0, 82	0777	0712	0648	0583	0519	0454	0389	0325	0260	0195
0, 83	0130	0065	0001	*9936	*9871	*9806	*9741	*9677	*9612	*9547
0, 84	0, 0 9482	9417	9353	9288	9223	9158	9093	9029	8964	8899
0, 85	0, 0 8834	8769	8705	8640	8576	8511	8446	8382	8317	8253
0, 86	8188	8124	8059	7995	7930	7866	7802	7737	7673	7608
0, 87	7544	7480	7415	7351	7287	7223	7159	7095	7031	7967
0, 88	6903	6839	6775	6712	6648	6584	6520	6456	6393	6329
0, 89	6265	6201	6138	6074	6011	5948	5885	5821	5758	5695
0, 90	0, 0 5632	5569	5506	5444	5381	5318	5255	5193	5130	5068
0, 91	5005	4943	4880	4818	4756	4694	4632	4570	4508	4447
0, 92	4385	4323	4262	4200	4139	4078	4017	3956	3895	3834
0, 93	3774	3714	3653	3593	3533	3473	3413	3353	3293	3233
0, 94	3174	3115	3056	2997	2938	2879	2820	2762	2703	2645
0, 95	0, 0 2587	2529	2471	2413	2355	2298	2241	2184	2127	2070
0, 96	2014	1958	1902	1846	1790	1735	1680	1625	1570	1515
0, 97	1461	1407	1353	1299	1246	1193	1140	1087	1035	0983
0, 98	0932	0881	0830	0780	0730	0680	0631	0582	0533	0485
0, 99	0437	0390	0344	0298	0253	0209	0165	0121	0078	0038
1, 00	0, 0 00000									

Tavola III.

La tavola fornisce cogli argomenti l (rapporto del diametro apparente della ☾ rispetto a quello del ☉) e b (rapporto della porzione scoperta del diametro trasversale al semidiametro solare) il valore della radiazione relativa.

l / b	0, 9	1. 0	1, 1
2, 00	1, 000	1, 000	1, 000
1, 92	0, 994	0, 994	0, 993
1, 84	0, 981	0, 981	0, 980
1, 76	0, 962	0, 962	0, 961
1, 68	0, 937	0, 937	0, 936
1, 60	0, 914	0, 909	0, 907
1, 52	0, 881	0, 877	0, 874
1, 44	0, 847	0, 842	0, 838
1, 36	0, 810	0, 804	0, 799
1, 28	0, 770	0, 763	0, 757
1, 20	0, 728	0, 720	0, 713
1, 12	0, 684	0, 675	0, 667
1, 04	0, 639	0, 628	0, 618

l / b	0, 90	0, 92	0, 94
0, 96	0, 592	0, 589	0, 586
0, 88	0, 544	0, 540	0, 537
0, 80	0, 495	0, 491	0, 488
0, 72	0, 446	0, 441	0, 438
0, 64	0, 396	0, 391	0, 387
0, 56	0, 346	0, 440	0, 336
0, 48	0, 296	0, 290	0, 285
0, 40	0, 248	0, 241	0, 235
0, 32	0, 202	0, 193	0, 186
0, 24	0, 164	0, 149	0, 140
0, 16	0, 139	0, 112	0, 097
0, 08	0, 136	0, 106	0, 077
0, 00	0, 114	0, 112	0, 081

l / b	0, 96	0, 98	1, 00	1, 02	1, 04	1, 06	1, 08	1, 10
0, 96	0, 584	0, 581	0, 579	0, 577	0, 575	0, 572	0, 570	0, 568
0, 88	0, 534	0, 531	0, 529	0, 527	0, 525	0, 522	0, 520	0, 517
0, 80	0, 484	0, 481	0, 478	0, 476	0, 473	0, 470	0, 468	0, 466
0, 72	0, 433	0, 430	0, 427	0, 424	0, 421	0, 418	0, 416	0, 413
0, 54	0, 382	0, 379	0, 375	0, 372	0, 368	0, 365	0, 363	0, 360
0, 56	0, 331	0, 327	0, 323	0, 320	0, 316	0, 312	0, 310	0, 307
0, 18	0, 280	0, 275	0, 271	0, 267	0, 264	0, 260	0, 257	0, 255
0, 40	0, 229	0, 224	0, 220	0, 216	0, 213	0, 209	0, 206	0, 203
0, 32	0, 180	0, 175	0, 170	0, 165	0, 162	0, 158	0, 155	0, 152
0, 24	0, 133	0, 127	0, 121	0, 117	0, 113	0, 110	0, 107	0, 104
0, 16	0, 087	0, 080	0, 075	0, 071	0, 068	0, 065	0, 062	0. 060
0, 08	0, 051	0, 039	0. 033	0, 030	0, 028	0, 027	0, 026	0, 025
0, 00	0, 051	0, 023	0, 000	0, 000	0, 000	0. 000	0, 000	0, 000

Tavola IV. Valori della funzione $r_0(\theta) = -a\cos\theta + \sqrt{l^2 - a^2\sin^2\theta}$ (formola 12) per valori diversi dei parametri $l = \frac{r_{☾}}{r_{\odot}}$ e $b = a + 1 - l = 2(1 - \text{Grand Fase})$, a essendo la distanza apparente dei centri del ⊙ e della ☾ in semidiametri solari.

b \ l	0, 90		0, 92		0, 94		0, 96		0, 98	
	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$
	122°,72	1, 0000	121°,82	1, 0000	120°,98	1, 0000	120°,17	1, 0000	119°,41	1, 0000
	116, 58	0, 8522	115, 73	0, 8490	114, 93	0, 8457	114, 17	0, 8425	113, 41	0, 8393
	110, 45	0, 7012	109, 61	0, 6951	108, 88	0, 6892	108, 16	0, 6831	107, 47	0, 6776
	104, 31	0, 5525	103, 55	0, 5446	102, 83	0, 5368	102, 15	0, 5293	101, 50	0, 5219
	98, 17	0, 1113	97, 46	0, 1059	96, 78	0, 3976	96, 14	0, 3897	95, 53	0, 3821
	92, 01	0, 2976	91, 37	0, 2902	90, 73	0, 2831	90, 13	0, 2763	89, 56	0, 2699
	85, 90	0, 2109	85, 28	0, 2055	84, 68	0, 2001	84, 12	0, 1957	83, 59	0, 1914
0, 96	79, 77	0, 1533	79, 18	0, 1500	78, 63	0, 1468	78, 11	0, 1438	77, 62	0, 1111
	73, 63	0, 1170	73, 09	0, 1149	72, 59	0, 1130	72, 10	0, 1111	71, 61	0, 1095
	61, 36	0, 0780	60, 91	0, 0772	60, 49	0, 0764	60, 09	0, 0757	59, 70	0, 0751
	49, 09	0, 0594	48, 73	0, 0591	48, 39	0, 0587	48, 07	0, 0584	47, 76	0, 0581
	36, 82	0, 0494	36, 55	0, 0492	36, 29	0, 0491	36, 05	0, 0489	35, 82	0, 0488
	24, 54	0, 0138	24, 37	0, 0137	24, 20	0, 0137	24, 04	0, 0136	23, 88	0, 0136
	12, 27	0, 0409	12, 18	0, 0409	12, 10	0, 0409	12, 02	0, 0409	11, 94	0, 0409
	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400
	119, 06	1, 0000	117, 82	1, 0000	116, 67	1, 0000	115, 57	1, 0000	114, 54	1, 0000
	113, 11	0, 9036	111, 93	0, 9015	110, 83	0, 8996	109, 79	0, 8979	108, 82	0, 8960
	107, 15	0, 8087	106, 04	0, 8051	104, 99	0, 8019	104, 01	0, 7987	103, 09	0, 7957
	101, 20	0, 7178	100, 15	0, 7134	99, 16	0, 7093	98, 23	0, 7054	97, 36	0, 7016
	95, 25	0, 6333	94, 26	0, 6286	93, 33	0, 6242	92, 45	0, 6200	91, 64	0, 6160
	89, 30	0, 5571	88, 36	0, 5525	87, 49	0, 5482	86, 68	0, 5441	85, 91	0, 5403
	83, 34	0, 1903	82, 47	0, 4861	81, 66	0, 4822	80, 90	0, 4785	80, 18	0, 4751
0, 80	71, 44	0, 3851	70, 69	0, 3822	69, 99	0, 3794	69, 34	0, 3768	68, 73	0, 3744
	59, 53	0, 3128	58, 94	0, 3110	58, 33	0, 3093	57, 78	0, 3077	57, 27	0, 3062
	47, 62	0, 2648	47, 13	0, 2638	26, 66	0, 2628	46, 23	0, 2619	45, 82	0, 2611
	35, 72	0, 2335	35, 35	0, 2331	35, 00	0, 2326	34, 67	0, 2321	34, 36	0, 2317
	23, 81	0, 2141	23, 56	0, 2139	23, 33	0, 2137	23, 12	0, 2135	22, 91	0, 2133
	11, 91	0, 2034	11, 78	0, 2034	11, 67	0, 2033	11, 56	0, 2033	11, 45	0, 2033
	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000
	116, 48	1, 0000	114, 65	1, 0000	112, 98	1, 0000	111, 43	1, 0000	110, 00	1, 0000
	104, 83	0, 8711	103, 19	0, 8688	101, 68	0, 8664	100, 29	0, 8642	99, 00	0, 8621
	93, 19	0, 7507	91, 72	0, 7470	90, 38	0, 7436	89, 14	0, 7405	88, 00	0, 7376
	81, 54	0, 6449	80, 26	0, 6413	79, 08	0, 6380	78, 00	0, 6350	77, 00	0, 6322
	69, 89	0, 5580	68, 79	0, 5549	67, 79	0, 5523	66, 86	0, 5498	66, 00	0, 5476
0, 64	58, 24	0, 4900	57, 33	0, 4878	56, 49	0, 4858	55, 71	0, 4841	55, 00	0, 4875
	46, 59	0, 4390	45, 86	0, 4376	45, 19	0, 4364	44, 57	0, 4353	44, 00	0, 4343
	34, 95	0, 4026	34, 40	0, 4018	33, 89	0, 4012	33, 43	0, 4006	33, 00	0, 4000
	23, 30	0, 3783	22, 93	0, 3780	22, 60	0, 3777	22, 29	0, 3775	22, 00	0, 3772
	11, 65	0, 3645	11, 47	0, 3644	11, 30	0, 3643	11, 14	0, 3643	11, 00	0, 3642
	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600
	116, 11	1, 0000	113, 08	1, 0000	110, 10	1, 0000	108, 00	1, 0000	105, 85	1, 0500
	104, 49	0, 9165	101, 77	0, 9141	99, 36	0, 9120	97, 20	0, 9102	95, 26	0, 9085
	92, 88	0, 8352	90, 46	0, 8318	88, 32	0, 8287	86, 40	0, 8261	84, 68	0, 8237
	81, 27	0, 7602	79, 16	0, 7567	77, 28	0, 7535	75, 60	0, 7508	74, 09	0, 7484
	69, 66	0, 6914	67, 85	0, 6913	66, 24	0, 6886	64, 80	0, 6862	63, 51	0, 6841
0 ,48	58, 05	0, 6392	56, 54	0, 6368	55, 20	0, 6348	54, 00	0, 6330	52, 92	0, 6314
	46, 44	0, 5950	45, 23	0, 5934	44, 16	0, 5920	43, 20	0, 5908	42, 34	0, 5897
	34, 83	0, 5612	33, 92	0, 5606	33, 12	0, 5598	32, 40	0, 5591	31, 75	0, 5585
	23, 22	0, 5382	22, 62	0, 5378	22, 08	0, 5375	21, 60	0, 5371	21, 17	0, 5369
	11, 61	0, 5245	11, 31	0, 5244	11, 04	0, 5243	10, 80	0, 5242	10, 59	0, 5242
	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200

Segue (*Tavola IV*).

b \ l	1, 00		1, 02		1, 04		1, 06		1, 08		1, 10	
	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$
	118°,69	1, 0000	118°,00	1, 0000	117°,34	1, 0000	116, 71	1, 0000	116°,11	1, 0000	115°53	1, 0000
	112, 75	0, 8362	112, 10	0, 8332	111, 47	0, 8302	110, 87	0, 8273	106, 43	0, 7077	107, 83	0, 7623
	106, 82	0, 6721	106, 20	0, 6667	105, 60	0, 6612	105, 04	0, 6560	96, 76	0, 4382	100, 13	0, 5343
	100, 88	0, 5148	100, 30	0, 5078	99, 74	0, 5010	99, 20	0, 4944	87, 08	0, 2430	92, 42	0, 3421
	94, 95	0, 3748	94, 40	0, 3677	93, 87	0, 3610	93, 36	0, 3545	77, 40	0, 1423	84, 72	0, 2121
	89, 01	0, 2639	88, 50	0, 2583	88, 00	0, 2529	87, 53	0, 2478	67, 73	0, 0959	77, 02	0, 1402
	83, 08	0, 1873	82, 60	0, 1834	82, 14	0, 1799	81, 69	0, 1766	58, 05	0, 0723	69, 32	0, 1015
0, 96	77, 15	0, 1386	76, 70	0, 1362	76, 27	0, 1341	75, 86	0, 1321	48, 38	0, 0589	61, 62	0, 0794
	71, 21	0, 1079	70, 80	0, 1065	70, 40	0, 1052	70, 02	0, 1040	38, 70	0, 0506	53, 91	0, 0657
	59, 34	0, 0744	59, 00	0, 0738	58, 67	0, 0733	58, 35	0, 0728	29, 03	0, 0455	46, 21	0, 0567
	47, 48	0, 0578	47, 20	0, 0576	46, 93	0, 0573	46, 68	0, 0572	19, 35	0, 0423	38, 51	0, 0505
	35, 61	0, 0487	35, 40	0, 0486	35, 20	0, 0485	35, 01	0, 0484	9, 68	0, 0405	30, 81	0, 0463
	23, 74	0, 0435	23, 60	0, 0435	23, 47	0, 0435	23, 34	0, 0435	0, 00	0, 0400	23, 11	0, 0433
	11, 87	0, 0408	11, 80	0, 0408	11, 73	0, 0408	11, 67	0, 0408			15, 40	0, 0414
	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400	0, 00	0, 0400			7, 70	0, 0403
											0, 00	0, 0400
	113, 58	1, 0000	112, 67	1, 0000	111, 80	1, 0000	110, 99	1, 0000	110, 21	1, 0000	109, 47	1, 0000
	107, 90	0, 8913	107, 03	0, 8927	106, 21	0, 8910	105, 14	0, 8895	101, 03	0, 8166	100, 35	0, 8147
	102, 22	0, 7928	101, 40	0, 7900	100, 62	0, 7873	99, 89	0, 7847	91, 84	0, 6550	91, 23	0, 6520
	96, 54	0, 6980	95, 77	0, 6946	95, 03	0, 6913	94, 34	0, 6882	82, 66	0, 5237	82, 10	0, 5208
	90, 86	0, 6122	90, 13	0, 6085	89, 44	0, 6051	88, 79	0, 6018	73, 47	0, 4240	72, 98	0, 4217
	85, 18	0, 5367	84, 50	0, 5331	83, 85	0, 5298	83, 24	0, 5267	64, 29	0, 3515	63, 86	0, 3500
	79, 51	0, 4717	78, 87	0, 4686	78, 26	0, 4657	77, 69	0, 4629	55, 11	0, 3000	54, 71	0, 2989
0, 80	68, 15	0, 3720	67, 60	0, 3699	67, 08	0, 3679	66, 59	0, 3660	45, 92	0, 2635	45, 61	0, 2628
	56, 79	0, 3048	56, 33	0, 3035	55, 90	0, 3023	55, 49	0, 3011	36, 74	0, 2378	36, 49	0, 2375
	45, 43	0, 2603	45, 07	0, 2595	44, 72	0, 2588	44, 39	0, 2582	27, 55	0, 2202	27, 37	0, 2200
	34, 07	0, 2313	33, 80	0, 2309	33, 54	0, 2306	33, 30	0, 2303	18, 37	0, 2086	18, 25	0, 2085
	22, 72	0, 2131	22, 53	0, 2130	22, 36	0, 2129	22, 20	0, 2127	9, 18	0, 2021	9, 12	0, 2021
	11, 36	0, 2032	11, 27	0, 2032	11, 18	0, 2031	11, 10	0, 2031	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000
	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000	0, 00	0, 2000				
	108, 66	1, 0000	107, 42	1, 0000	106, 26	1, 0000	105, 17	1, 0000	104, 15	1, 0000	103, 19	1, 0000
	97, 80	0, 8601	96, 68	0, 8582	95, 63	0, 8564	94, 65	0, 8549	95, 47	0, 8765	93, 81	0, 8645
	86, 93	0, 7849	85, 94	0, 7323	85, 01	0, 7299	84, 14	0, 7277	86, 79	0, 7656	84, 43	0, 7451
	76, 06	0, 6296	75, 20	0, 6271	74, 38	0, 6248	73, 62	0, 6227	78, 11	0, 6702	75, 94	0, 6450
	65, 20	0, 5455	64, 45	0, 5435	63, 76	0, 5417	63, 10	0, 5400	69, 43	0, 5909	65, 66	0, 5644
0, 64	54, 33	0, 4810	53, 71	0, 4796	53, 13	0, 4784	52, 59	0, 4772	60, 75	0, 5267	56, 28	0, 5009
	43, 47	0, 4334	42, 97	0, 4325	42, 50	0, 1317	42, 07	0, 4310	52, 07	0, 4761	46, 90	0, 4525
	32, 60	0, 3995	32, 23	0, 3990	31, 88	0, 3986	31, 55	0, 3982	43, 40	0, 4369	37, 52	0, 1165
	21, 73	0, 3770	21, 48	0, 3768	21, 25	0, 3766	21, 03	0, 3764	34, 72	0, 4073	28, 14	0, 3907
	10, 87	0, 3642	10, 74	0, 3642	10, 63	0, 3641	10, 52	0, 3640	26, 04	0, 3858	18, 76	0, 3733
	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600	0, 00	0, 3600	17, 36	0, 3712	9, 38	0, 3633
									8, 68	0, 3627	0, 00	0, 3600
									0, 00	0, 3600		
	103, 89	1, 0000	102, 10	1, 0000	100, 46	1, 0000	98, 95	1, 0000	97, 55	1, 0000	96, 26	1, 0000
	93, 50	0, 9071	91, 89	0, 9057	90, 41	0, 9044	89, 06	0, 9033	89, 43	0, 9784	86, 63	0, 9012
	83, 11	0, 8216	81, 68	0, 8196	80, 37	0, 8179	79, 16	0, 8163	81, 30	0, 8926	77, 00	0, 8133
	72, 72	0, 7462	71, 47	0, 7442	70, 32	0, 7424	69, 27	0, 7408	73, 17	0, 8153	67, 38	0, 7378
	62, 33	0, 6823	61, 26	0, 6805	60, 28	0, 6790	59, 37	0, 6776	65, 04	0, 7475	57, 75	0, 6751
	51, 94	0, 6299	51, 05	0, 6286	50, 23	0, 6275	49, 48	0, 6264	56, 91	0, 6896	48, 13	0, 6245
0, 48	41, 55	0, 5888	40, 84	0, 5879	40, 18	0, 5872	39, 58	0, 5864	48, 78	0, 6413	38, 50	0, 5851
	31, 17	0, 5579	30, 63	0, 5574	30, 14	0, 5570	29, 69	0, 5566	40, 65	0, 6022	28, 87	0, 5559
	20, 78	0, 5366	20, 42	0, 5364	20, 09	0, 5362	19, 79	0, 5360	32, 52	0, 5715	19, 25	0, 5357
	10, 39	0, 5242	10, 21	0, 5241	10, 05	0, 5240	9, 90	0, 5240	24, 39	0, 5484	9, 63	0, 5239
	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200	0, 00	0, 5200	16, 26	0, 5325	0, 00	0, 5200
									8, 13	0, 5231		
									0, 00	0, 5200		

Segue (*Tavola IV*).

b \ l	0, 90		0, 92		0, 94		0, 96		0, 98	
	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$	θ	$r_0(\theta)$
0, 32	122°,81	1, 0000	116°,10	1, 0000	110°,72	1, 0000	106°,26	1, 0000	102°,48	1, 0000
	110, 53	0, 9532	104, 49	0, 9502	99, 65	0, 9480	95, 63	0, 9462	92, 23	0, 9447
	98, 25	0, 9018	92, 88	0, 9003	88, 58	0, 8969	85, 01	0, 8942	81, 98	0, 8921
	85, 97	0, 8574	81, 27	0, 8525	77, 51	0, 8488	74, 38	0, 8460	71, 73	0, 8436
	73, 69	0, 8131	69, 66	0, 8087	66, 43	0, 8053	63, 76	0, 8027	61, 49	0, 8007
	61 40	0, 7737	58, 05	0, 7702	55, 36	0, 7676	53, 13	0, 7655	51, 21	0, 7638
	49, 12	0, 7405	46, 44	0, 7380	44, 29	0, 7362	42, 50	0, 7348	40, 99	0, 7336
	36, 81	0, 7142	34, 83	0, 7127	33, 22	0, 7116	31, 88	0, 7108	30, 74	0, 7101
	24, 56	0, 6953	23, 22	0, 6946	22, 14	0, 6941	21, 25	0, 6937	20, 50	0, 6934
	12, 28	0, 6839	11 61	0, 6837	11, 07	0, 6835	10, 63	0, 6834	10, 25	0, 6834
	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800
0, 16	180, 00	0, 9600	180, 00	1, 0000	129, 20	1, 0000	112, 75	1, 0000	102, 21	1, 0000
	165, 00	0, 9578	165, 00	0, 9971	119, 26	0, 9848	101, 47	0, 9766	91, 99	0, 9748
	150, 00	0, 9515	150, 00	0, 9884	109, 32	0, 9684	90, 20	0, 9521	81, 77	0, 9501
	135, 00	0, 9411	135, 00	0, 9748	99, 38	0, 9511	78, 92	0, 9296	71, 54	0, 9267
	120, 00	0, 9285	120, 00	0, 9574	89, 45	0, 9337	67, 65	0, 9079	61, 32	0, 9051
	105, 00	0, 9137	105, 00	0, 9375	79, 51	0, 9166	56, 37	0, 8884	51, 10	0, 8860
	90, 00	0, 8980	90, 00	0, 9165	69, 57	0, 9004	45, 10	0, 8715	10, 88	0, 8699
	75, 00	0, 8826	75, 00	0, 8960	59, 63	0, 8855	33, 82	0, 8580	30, 66	0, 8570
	60, 00	0, 8685	60, 00	0, 8774	49, 69	0, 8722	22, 55	0, 8481	20, 11	0, 8476
	45, 00	0, 8566	45, 00	0, 8617	39, 75	0, 8609	11, 27	0, 8420	10, 22	0, 8419
	30, 00	0, 8475	30, 00	0, 8499	29, 82	0, 8519	0, 00	0, 8400	0, 00	0, 8100
	15, 00	0, 8419	15, 00	0, 8425	19, 88	0, 8451				
	0, 00	0, 8400	0, 00	0, 8400	9, 94	0, 8413				
					0, 00	0, 8400				

b \ l	1, 00		1, 02		1, 04		1, 06		1, 08		1, 10	
0, 32	99, 21	1, 0000	96, 35	1, 0000	93, 82	1, 0000	91, 57	1, 0000	89, 53	1, 0000	87, 71	1, 0000
	89, 29	0, 9131	86, 71	0, 9121	84, 11	0, 9115	82, 11	0, 9107	80, 58	0, 9397	77, 96	0, 9328
	79, 37	0, 8902	77, 08	0, 8887	75, 06	0, 8873	73, 25	0, 8861	71, 63	0, 8850	68, 22	0, 8727
	69, 14	0, 8417	67, 14	0, 8400	65, 68	0, 8386	61, 10	0, 8374	62, 67	0, 8362	58, 47	0, 8205
	59 52	0, 7989	57, 81	0, 7974	56, 29	0, 7962	54, 94	0, 7951	53, 72	0, 7941	48, 73	0, 7767
	49, 60	0, 7624	48, 17	0, 7613	46, 91	0, 7603	45, 78	0, 7594	44, 77	0, 7586	38, 98	0, 7413
	39, 68	0, 7326	38, 54	0, 7317	37, 53	0, 7311	36, 63	0, 7305	35, 81	0, 7300	29, 24	0, 7142
	29, 76	0, 7095	28, 90	0, 7090	28, 15	0, 7086	27, 47	0, 7083	26, 86	0, 7079	19, 49	0, 6951
	19, 84	0, 6931	19, 27	0, 6929	18, 76	0, 6927	18, 31	0, 6925	17, 91	0, 6924	9, 75	0, 6837
	9, 92	0, 6833	9, 63	0, 6832	9, 38	0, 6832	9, 16	0, 6831	8, 95	0, 6831	0, 00	0, 6800
	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800	0, 00	0, 6800		
0, 16	94, 59	1, 0000	88, 73	1, 0000	84, 03	1, 0000	80, 16	1, 0000	76, 90	1, 0000	71, 11	1, 0000
	85, 13	0, 9736	79, 85	0, 9728	75, 63	0, 9721	72, 11	0, 9716	69, 21	0, 9713	64, 84	0, 9640
	75, 67	0, 9183	70, 98	0, 9470	67, 22	0, 9461	61, 13	0, 9454	61, 52	0, 9447	55, 58	0, 9319
	66, 21	0, 9247	62, 11	0, 9233	58, 82	0, 9223	56, 11	0, 9215	53, 83	0, 9208	46, 32	0, 9042
	56, 75	0, 9033	53, 24	0, 9020	50, 42	0, 9011	48, 10	0, 9004	46, 14	0, 8998	37, 05	0, 8813
	47, 29	0, 8846	44, 36	0, 8835	42, 02	0, 8827	40, 08	0, 8822	38, 45	0, 8818	27, 79	0, 8633
	37, 84	0, 8688	35, 49	0, 8681	33, 61	0, 8675	32, 06	0, 8671	30, 76	0, 8667	18, 53	0, 8504
	28, 37	0, 8563	26, 62	0, 8559	25, 21	0, 8555	24, 05	0, 8553	23, 07	0, 8551	9, 26	0, 8426
	18, 92	0, 8473	17, 75	0, 8471	16, 81	0, 8470	16, 03	0, 8468	15, 38	0, 8467	0, 00	0, 8400
	9, 46	0, 8418	8, 87	0, 8418	8, 40	0, 8417	8, 02	0, 8417	7, 69	0, 8417		
	0, 00	0, 8400	0, 00	0, 8400	0, 00	0, 8400	0, 00	0, 8400	0, 00	0, 8400		

Tavola V.

Valori della funzione $\frac{1}{2}\,\theta(r) = \text{arc tag}\sqrt{\frac{(a+l-r)(l+r-a)}{(a+r+l)(a+r-l)}}$ per valori diversi di l e $b = a + 1 - l$ (θ espresso in primi).

b \ l	0, 9			1, 0		1, 1	
	r	$\log\frac{1}{2}\theta(r)$	Diff.	$\log\frac{1}{2}\theta(r)$	Diff.	$\log\frac{1}{2}\theta(r)$	Diff.
	0, 04	— ∝	+ ∝	— ∝	+ ∝	— ∝	+ ∝
	0, 08	3, 2395	+ 640	3, 2411	+ 646	3, 2421	+ 651
	0, 12	3, 3035	+ 233	3, 3057	+ 240	3, 3075	+ 245
	0, 16	3, 3268	+ 101	3, 3297	+ 108	3, 3320	+ 113
	0, 20	3, 3369	+ 41	3, 3405	+ 47	3, 3433	+ 54
	0, 24	3, 3410	+ 7	3, 3452	+ 15	3, 3487	+ 20
	0, 28	3, 3417	— 13	3, 3467	— 6	3, 3507	0
	0, 32	3, 3404	— 28	3, 3461	— 20	3, 3507	— 14
	0, 36	3, 3376	— 37	3, 3441	— 29	3, 3493	— 23
	0, 40	3, 3339	— 46	3, 3412	— 37	3, 3470	— 30
	0, 44	3, 3293	— 51	3, 3375	— 43	3, 3440	— 36
	0, 48	3, 3242	— 57	3, 3332	— 48	3, 3404	— 40
	0, 52	3, 3185	— 62	3, 3284	— 51	3, 3364	— 44
1, 04	0, 56	3, 3123	— 66	3, 3233	— 56	3, 3320	— 48
	0, 60	3, 3057	— 69	3, 3177	— 59	3, 3272	— 50
	0, 64	3, 2988	— 74	3, 3118	— 61	3, 3222	— 53
	0, 68	3, 2914	— 77	3, 3057	— 65	3, 3169	— 56
	0, 72	3, 2837	— 80	3, 2992	— 68	3, 3113	— 58
	0, 76	3, 2757	— 85	3, 2924	— 71	3, 3055	— 61
	0, 80	3, 2672	— 89	3, 2853	— 74	3, 2994	— 63
	0, 84	3, 2583	— 92	3, 2779	— 76	3, 2931	— 65
	0, 88	3, 2491	— 96	3, 2703	— 79	3, 2866	— 67
	0, 92	3, 2395	— 101	3, 2624	— 83	3, 2799	— 70
	0, 96	3, 2294	— 105	3, 2541	— 86	3, 2729	— 73
	1, 00	3, 2189		3, 2455		3, 2656	
	0, 20	— ∝	+ ∝	— ∝	+ ∝	— ∝	+ ∝
	0, 24	2, 9532	+1155	2, 9578	+1161	2, 9616	+1166
	0, 28	3, 0687	+ 565	3, 0739	+ 571	3, 0782	+ 576
	0, 32	3, 1252	+ 335	3, 1310	+ 342	3, 1358	+ 347
	0, 36	3, 1587	+ 215	3, 1652	+ 222	3, 1705	+ 228
	0, 40	3, 1802	+ 114	3, 1874	+ 151	3, 1933	+ 156
	0, 44	3, 1946	+ 96	3, 2025	+ 103	3, 2089	+ 110
	0, 48	3, 2042	+ 63	3, 2128	+ 71	3, 2199	+ 76
	0, 52	3, 2105	+ 38	3, 2199	+ 46	3, 2275	+ 53
	0, 56	3, 2143	+ 20	3, 2245	+ 28	3, 2328	+ 34
1, 20	0, 60	3, 2163	+ 4	3, 2273	+ 12	3, 2362	+ 20
	0, 64	3, 2167	— 9	3, 2285	+ 1	3, 2382	+ 8
	0, 68	3, 2158	— 18	3, 2286	— 9	3, 2390	— 1
	0, 72	3, 2140	— 27	3, 2277	— 17	3, 2389	— 10
	0, 76	3, 2113	— 36	3, 2260	— 25	3, 2379	— 17
	0, 80	3, 2077	— 42	3, 2235	— 31	3, 2362	— 23
	0, 84	3, 2035	— 49	3, 2204	— 37	3, 2339	— 28
	0, 88	3, 1986	— 56	3, 2167	— 43	3, 2311	— 33
	0, 92	3, 1930	— 61	3, 2124	— 47	3, 2278	— 38
	0, 96	3, 1869	— 67	3, 2077	— 52	3, 2240	— 41
	1, 00	3, 1802		3, 2025		3, 2199	

Segue *Tavola V.*

b \ l		0, 0		1, 0		1, 1	
	r	$\log \frac{1}{2} \theta (r)$	Diff.	$\log \frac{1}{2} \theta (r)$	Diff.	$\log \frac{1}{2} \theta (r)$	Diff.
	0, 36	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞
	0, 40	2, 8104	+1268	2, 8172	+1275	2, 8230	+1280
	0, 44	2, 9372	+ 657	2, 9447	+ 663	2, 9510	+ 667
	0, 48	3, 0029	+ 411	3, 0110	+ 418	3, 0177	+ 424
	0, 52	3, 0440	+ 280	3, 0528	+ 287	3, 0601	+ 292
	0, 56	3, 0720	+ 200	3, 0815	+ 206	3, 0893	+ 212
	0, 60	3, 0920	+ 145	3, 1021	+ 152	3, 1105	+ 157
	0, 64	3, 1065	+ 106	3, 1173	+ 113	3, 1262	+ 119
1, 36	0, 68	3, 1171	+ 75	3, 1286	+ 83	3, 1381	+ 90
	0, 72	3, 1246	+ 53	3, 1369	+ 61	3, 1471	+ 67
	0, 76	3, 1299	+ 34	3, 1430	+ 43	3, 1538	+ 50
	0, 80	3, 1334	+ 19	3, 1473	+ 29	3, 1588	+ 35
	0, 84	3, 1353	+ 6	3, 1502	+ 15	3, 1623	+ 23
	0, 88	3, 1359	— 4	3, 1517	+ 6	3, 1646	+ 13
	0, 92	3, 1355	— 15	3, 1523	— 4	3, 1659	+ 4
	0, 96	3, 1340	— 23	3, 1519	— 12	3, 1663	— 3
	1, 00	3, 1317		3, 1507		3, 1660	
	0, 52	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞
	0, 56	2, 7104	+1320	2, 7191	+1325	2, 7264	+1329
	0, 60	2, 8421	+ 700	2, 8516	+ 706	2, 8593	+ 712
	0, 64	2, 9124	+ 450	2, 9222	+ 456	2, 9305	+ 461
	0, 68	2, 9574	+ 311	2, 9678	+ 322	2, 9766	+ 327
	0, 72	2, 9888	+ 230	3, 0000	+ 236	3, 0093	+ 242
1, 52	0, 76	3, 0118	+ 173	3, 0236	+ 180	3, 0335	+ 185
	0, 80	3, 0291	+ 130	3, 0416	+ 137	3, 0520	+ 143
	0, 84	3, 0421	+ 99	3, 0553	+ 107	3, 0663	+ 113
	0, 88	3, 0520	+ 71	3, 0660	+ 82	3, 0776	+ 88
	0, 92	3, 0591	+ 54	3, 0742	+ 62	3, 0864	+ 69
	0, 96	3, 0648	+ 36	3, 0804	+ 46	3, 0933	+ 52
	1, 00	3, 0684		3, 0850		3, 0985	
	0, 68	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞
	0, 72	2, 6322	+1347	2, 6423	+1353	2, 6509	+1358
	0, 76	2, 7669	+ 726	2, 7776	+ 732	2, 7867	+ 736
	0, 80	2, 8395	+ 474	2, 8508	+ 480	2, 8603	+ 485
1, 68	0, 84	2, 8869	+ 336	2, 8988	+ 342	2, 9088	+ 347
	0, 88	2, 9205	+ 250	2, 9330	+ 256	2, 9435	+ 262
	0, 92	2, 9455	+ 190	2, 9586	+ 198	2, 9697	+ 203
	0, 96	2, 9645	+ 147	2, 9784	+ 154	2, 9900	+ 160
	1, 00	2, 9792		2, 9938		3, 0060	
	0, 84	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞	— ∞	+ ∞
	0, 88	2, 5674	+1366	2, 5786	+1372	2, 5883	+1376
1, 84	0, 92	2, 7040	+ 743	2, 7158	+ 749	2, 7259	+ 754
	0, 96	2, 7783	+ 489	2, 7907	+ 495	2, 8013	+ 500
	1, 00	2, 8272		2, 8402		2, 8513	

Memoria XV.

Effetti magnetici del fulmine sulle lave dell'Etna
del Dott. GIOVANNI TROVATO-CASTORINA

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
Proff. G. P. GRIMALDI e A. RICCÒ *(relatore)*

Le indagini del D.r Trovato sono molto interessanti, in quanto che fanno conoscere buon numero di tracce magnetiche a nastro doppio, lasciate dalle scariche fulminee sulle lave, (non semplici punti o poli magnetici isolati come si è trovato altrove); le quali tracce, come quelle trovate dai Proff. Giovanni e Gaetano Platania sui fabbricati, possono servire a determinare la direzione delle scariche elettriche atmosferiche.

Pertanto si ritiene la detta nota meritevole di esser pubblicata negli *Atti* dell' Accademia; anche perchè mette in vista un fenomeno che finora pare speciale delle roccie laviche dell' Etna.

I.

1. Nei dintorni di Acireale e precisamente in contrada *Piano Pizzone* avevo, nell' estate dell' anno scorso, intrapreso uno studio sui punti magnetici distinti nelle rocce dell' Etna. In seguito al temporale che ebbe luogo il 18 Agosto dello stesso anno verso le ore 15 $^1/_2$, avendo dopo la pioggia ripreso le osservazioni, da una guardia daziaria fui informato che un fulmine era poco prima caduto a piccola distanza dal luogo ove io mi trovavo.

Il muro fulminato trovasi nella proprietà del Sig. Casimiro Carpinati a circa 200 m. dal cancello di ferro che guarda a S-E, posto al principio della via per la quale si può andare a S.ª

Maria di Loreto. Esso ha sensibilmente la direzione E-W, separa l' orto dal vigneto ed è a pochi passi dal punto ove comincia il rampicante, che ne riveste la parte superiore.

Il tratto di muro colpito dal fulmine trovasi compreso fra due muri paralleli AB e CD (fig. 1), alti poco più di un metro e distanti circa m. 25 tra loro, i quali sono quasi perpendicolari al muro colpito e si arrestano a circa 1 m. da esso.

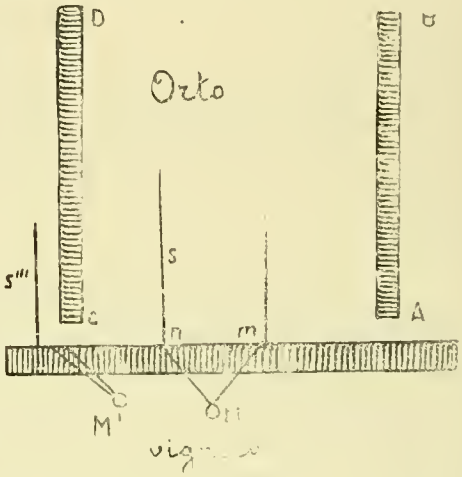


Fig. 1.

Nel vigneto, alla distanza di meno di 1 m. dal muro E-W, vi sono due mandorli M ed M' di 6 m. circa d'altezza. Il primo M dista circa m. 12 dall' estremo A del muro AB. Due gruppi dei suoi rami, m, n, pendono sul muro fulminato per una larghezza di m. 4 circa, presentando una interruzione di più di tre metri in m ed n. A circa 8 m. da questo mandorlo verso W, trovasi il secondo M' del quale un gruppo di rami pende sullo stesso muro. Alcune viti, poste nella vigna a poca distanza dal muro, avevano i loro lunghi tralci avviticchiati ai rami del primo mandorlo pendenti sul muro. Esse furono completamente disseccate; altre, poste a maggior distanza, subirono di meno l' influenza del fulmine. Un uccellino fu fulminato, il rampicante in parte disseccato, le foglie delle piccole querce crescenti sul muro scolorate.

2. Sul terreno, dalla parte dell' orto, osservavansi tre lunghi solchi (fig. 1) s', s'', s''', quasi normali al muro colpito, della profondità di 3 cm. circa, sensibilmente rettilinei. Il primo, lungo m. 8, distava circa m. 4 dal muro AB; a m. 4, 50 circa dal primo solco trovavasi il secondo lungo m. 10; il terzo lungo m. 7, distante circa m. 8, 50 dal precedente, era al di là del muro CD ed a 10 cm. da esso. Avvicinando una bussola

tascabile (1) al muro in corrispondenza del 1° solco *s'* sotto il primo gruppo di rami procedendo da sinistra a destra, ho subito verificato l'esistenza di una zona distinta a nastro, di polarità

Fig. 2.

Nord *nn*, (fig. 2) per tutta una striscia quasi verticale del muro a sinistra del solco (*per chi guarda il muro stando sul solco*), ed una seconda zona distinta, ma di polarità Sud *s*, per una seconda striscia, sensibilmente parallela alla prima, a destra del solco. Queste due zone sono *larghe 1 cm.* e distanti cm. 25 circa l'una dall' altra (2).

A destra della zona *s*, ho osservato successivamente altre due zone distinte a nastro; la prima *n'n'* di polarità Nord, l'altra *s's'* di polarità Sud leggermente tortuose, ma anch' esse press' a poco verticali e distanti tra loro da 15 a 20 cm. Queste due zone però, mentre cominciano, come le due precedenti, dal ciglio del muro, non arrivano fino al suolo fortemente magnetiche, ma cominciano ad indebolirsi ad 80 cm. dal medesimo. Ivi trovasi una pietra, la quale presenta una piccola superficie erosa, dovuta alla scarica elettrica, ed in corrispondenza ad essa

(1) Queste ricerche sono state eseguite con una bussola tascabile, l'ago della quale ha 3 cm. di lunghezza.

(2) I nostri muri di campagna, aventi circa 90 cm. di spessore, sono costruiti a secco con pezzi di lava basaltica, ciascuno dei quali presenta all'esterno una faccia più o meno piana con contorno poligonale. Le faccie dei muri, e specialmente quelle appartenenti a muri non da recente costruiti, come nel caso attuale, non sono pertanto continue e quindi i nastri distinti citati sono interrotti dagli spazi tra un pezzo di lava e l'altro.

erano stati anche rotti dal fulmine i rami sovrapposti del rampicante.

In seguito i due nastri magnetici si abbassano fino al suolo, però, ad eccezione di qualche punto, non presentano la caratteristica di distinti.

Un po' a destra dell'estremo superiore del nastro *s's'*, se ne osservano due altri, distanti cm. 10, paralleli tra loro, *però è a sinistra il nastro distinto di polarità Sud* s', lungo circa 15 cm. *a destra quello di polarità Nord* n', un po' più lungo del precedente (1).

3. Al secondo solco *s''*, sotto il secondo gruppo di rami, non corrisponde, come per gli altri, una traccia magnetica per tutta la lunghezza del muro sulla faccia rivolta a settentrione. In corrispondenza a questo solco si osservano due zone, a nastro, distinte, di 1 cm. di larghezza e parallele tra loro (fig. 2), le quali cominciano a 60 cm. dal suolo e, come nell'ultimo caso considerato *è a destra la zona distinta di polarità Nord nn*, fortemente magnetica, che raggiunge il suolo *ed a sinistra quella di polarità Sud s*, la quale comincia quasi dall'altezza della precedente, dista cm. 20 e scompare dopo circa 25 cm. di lunghezza. *Segue quindi che, tanto in questo, quanto nell'ultimo dei casi precedenti, la scarica elettrica sarebbe avvenuta tra elettricità positiva della nube e negativa del suolo.*

4. La traccia magnetica su questa faccia corrispondente al terzo solco *s'''* ha forma un po' arcuata, il punto più alto della quale si trova immediatamente sotto i rami del secondo mandorlo *M'* pendenti sul muro. I rami del rampicante, che ne rivestono la parte superiore, furono in parte rotti e spezzati. La traccia magnetica comincia a partire dal suolo, ove si trovano molte pietre accumulate. È lunga circa m. 2,70 ed è costituita da due zone distinte a nastro *nn, ss*, (fig. 2, a destra) e

(1) Per mettere in evidenza la disposizione delle zone magnetiche nei muri fulminati di cui si parla, colla scorta della bussola ne ho segnato convenientemente la traccia sul posto prima di fotografarli.

di polarità Nord a sinistra, Sud a destra, in generale *di 1 cm.* di larghezza e distanti da 8 a 15 cm. tra loro.

5. Nessun effetto meccanico osservavasi sul terreno dalla parte della vigna, quantunque le tracce magnetiche sulla faccia del muro ad essa rivolta si presentino abbastanza estese. Sul muro, sul quale pendono i rami del mandorlo *M*, (fig. 3) appartenenti

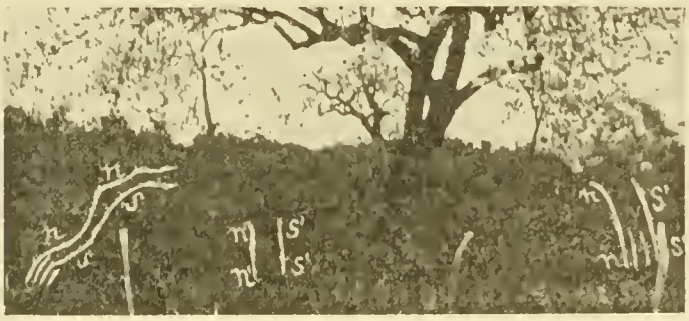


Fig. 3.

al primo gruppo, vi sono delle pietre con punti distinti. Essi fanno seguito ai nastri magnetici suddetti della faccia rivolta a *N*, corrispondenti al primo solco *s'* (n. 2). Ad esso corrisponde, sulla faccia che guarda a *S*, un'altra traccia magnetica, la quale comincia (fig. 3) dall' orlo del muro, alto m. 1,30 e finisce al suolo. Non è verticale, ma sensibilmente inclinata, in corrispondenza ai tralci di una vite, i quali, appoggiandosi soltanto sull' orlo del muro, si tenevano da esso lontani persino a 40 cm. di distanza, quasi parallelamente alla traccia magnetica. Essa a sinistra *(per chi guarda il muro da S)* è costituita da un nastro distinto di polarità Nord *nn*, leggermente tortuoso e lungo m. 1,60. Verso destra, ed a 7 cm. di distanza, trovasi il rispettivo nastro di polarità Sud ad esso parallelo e lungo cm. 15, il quale comincia verso il basso e raggiunge il suolo.

Più in là 13 cm. da questo nastro, se ne trova un altro distinto di polarità Nord, il quale è lungo cm. 20 e quasi ad esso parallelo. Segue quindi, sempre verso destra a 10 cm. di distanza dal precedente, un secondo nastro distinto di polarità

Sud *s's'*. Esso dista circa 30 cm. dal nastro distinto *nn*, comincia anch' esso dall' orlo del muro, si mantiene ad esso parallelo e raggiunge il suolo.

Presso l' estremo superiore del nastro *nn*, si notano, a sinistra, due punti distinti a 40 cm. circa tra loro, ed è a sinistra il punto distinto di polarità Nord ed a destra quello di polarità Sud in una piccola superficie erosa.

6. Su questa stessa faccia, a pochi metri verso sinistra dalla precedente traccia magnetica, se ne osserva un' altra sotto il secondo gruppo di rami del mandorlo *M* in corrispondenza al secondo solco *s''*. Due viti collocate a 20 cm. di distanza da questa faccia ed a circa m. 2,50 tra loro avevano i loro lunghi tralci disposti a forma di arco.

La traccia magnetica ha forma analoga (fig. 3), quantunque i tralci delle due viti, come nel caso precedente, fossero lontani del muro persino ad una distanza di 30 cm. Essi poggiavano soltanto sull' orlo del muro, corrispondente alla parte più alta della traccia magnetica, che dista m. 1,40 dal suolo ed erano avviticchiati al 2° gruppo di rami del mandorlo *M* pendenti sul muro.

La traccia magnetica in discorso è costituita da due nastri distinti *di un cm.* di larghezza, lunghi circa m. 1,95, distanti da 10 a 15 cm. e sensibilmente paralleli tra loro: a sinistra v'è il nastro distinto di polarità Nord *nn*, a destra quello di polarità Sud *ss*.

A poca distanza verso sinistra dai precedenti nastri, e parallelamente alla loro parte più bassa, ve ne sono altri due, analoghi ad essi e lunghi 15 cm. circa, e come precedentemente, si ha: nastro Nord a sinistra, nastro Sud a destra.

Sia a sinistra di quest' arco magnetico, che sull' estremo del muro, sotto i rami del mandorlo, si osservano punti distinti di polarità diversa.

La traccia magnetica che costituisce la parte destra dell'arco è invece abbastanza debole non solo, ma le due polarità opposte

sono soltanto sensibili verso la parte più bassa e si ha: a sinistra la zona magnetica di polarità Nord *n'n'*, a destra quella di polarità contraria *s's'*. Non si osservano punti distinti.

Le pietre della faccia *S*, racchiuse da tutto l' arco magnetico, non esercitano azione sensibile sull' ago della bussola; invece quelle esterne e comprese fra queste e la prima traccia, lo fanno deviare sensibilmente dalla sua posizione di riposo. Su questa parte si vedeva chiaramente l' azione del fulmine, poichè per lungo tempo le foglie del rampicante, di cui esso è ricoperto, erano appassite per una lunghezza di circa 8 m. e facevano un chiaro contrasto colle parti laterali perfettamente verdi.

7. Mentre a ciascun solco *s'* ed *s''* corrisponde, sulla faccia del muro rivolta alla vigna, la traccia magnetica già descritta, invece relativamente al solco *s'''*, su questa stessa faccia e sotto i rami del mandorlo *M'*, non si osserva nessun effetto magnetico.

8. Ho detto che il terzo solco *s'''* era parallelo alla faccia che guarda ad W del muro *C D* (fig. 1); il quale è alto circa m. 1,20. La traccia magnetica su questa faccia è lunga complessivamente circa m. 4, 60. Il suo principio dalla parte sinistra *(per chi guarda il muro da W)* corrisponde perfettamente al principio del solco sul terreno. Essa leggermente inclinata da sinistra a destra comincia da m. 0, 96 dal suolo (fig. 4), presentando a destra la zona di polarità Sud *ss*, ed a sinistra quella di polarità contraria *nn*, con qualche punto distinto. Cominciano quasi alla stessa altezza dal suolo e scompaiono entrambe a 30 cm. da esso. La zona di polarità Sud non è però continua ed è più evidente soltanto agli estremi. Ad 80 cm. dalla parte più bassa verso destra, si osservano due nastri distinti *n,s* paralleli tra loro, sopra una pietra che

Fig. 4.

poggia sul terreno, ed è a sinistra il nastro distinto di polarità Nord, a destra quello di polarità contraria. Sono lunghi 20 cm. circa.

Quindi, dopo breve interruzione, si osserva presso il suolo il principio di altre due zone magnetiche, le quali in seguito si dirigono verso alto, ed è a destra la zona di polarità Sud *s's'*, debolissima e discontinua, a sinistra quella di polarità contraria *n'n'*, molto più sensibile con un punto distinto *N*, di polarità Nord, a 70 cm. dal suolo, sullo spigolo rivolto a NW.

Il solco *s'''* sul terreno (1) continuava per un metro circa oltre l' estremo di questo muro ed aveva fine presso il muro EW sotto i rami del mandorlo *M'* pendenti sul muro. A questo solco faceva seguito il doppio nastro distinto sul muro EW, di cui ho detto al n. 4, come si osserva dalla fig. 4.

9. La faccia opposta di questo muro che guarda dentro l'orto presenta anch' essa delle tracce magnetiche e per lo più verticali. Ad 8 m. di distanza circa dall' estremo sinistro di questa faccia *(per chi guarda)*, havvi una pietra, a cm. 96 dal suolo, sulla quale si osservano due sensibili nastri distinti : a sinistra v' è quello di polarità Sud, lungo cm. 36, a destra quello di polarità contraria, lungo cm. 15. Questi nastri sono sensibilmente verticali e paralleli. Altre tracce isolate più o meno estese sopra pietre analoghe si osservano proseguendo ancora verso destra per circa m. 2, 4, 5, 8 da questa pietra magnetica. Il non avere indizio alcuno che questa faccia fosse stata, contemporaneamente alle altre già descritte, colpita in qualche punto da scariche elettriche, l' esistenza di tali tracce magnetiche più o meno estese, frequentissima a diverse altezze nei nostri muri di campagna, e l' abbondanza di punti e nastri distinti nelle lave *in situ* di queste contrade, corroborano l' ipotesi che le tracce magnetiche accennate siano dovute ad altre fulminazioni.

10. Nell' orto, accanto al muro dalla parte *N*, trovai poi

(1) Le tracce magnetiche sulla faccia di questo muro parallelo al solco *s'''* si potrebbero considerare come dovute a due scariche elettriche diverse.

delle scheggie che dimostravano all' evidenza di essere state staccate dalle pietre del muro in corrispondenza della scarica fulminea ed, esaminatele colla bussola, ho trovato che in esse la distribuzione magnetica è analoga a quella di una calamita: una parte della loro superficie presenta un magnetismo di polarità Nord, il resto offre una polarità contraria. Una scheggia, avente forma circolare di 1 cm. di diametro, presenta nelle sue due faccie le due polarità opposte. Una parte di una pietra frantumata dal fulmine ha la forma di una piramide triangolare. Per la base ed una sua faccia stava attaccata al resto della pietra. La base presenta un magnetismo di polarità Nord, il resto della superficie una polarità contraria. Una pietra di circa 3 Kg., avente forma sferoidale, tolta dal mucchio presso il muro EW (n. 4), offre un solo punto distinto di polarità Sud, il resto della superficie presenta un magnetismo di polarità Nord.

II.

11. Durante lo stesso temporale un fulmine cadde presso la stazione ferroviaria al n. 18 della *strada* detta *Crocifisso*. La casa colpita, a pian terreno, posta dentro un cortile, dista pochi m. dalla strada suddetta. La porta e la finestra, praticate in uno stesso muro, guardano a S-W. A pochi metri dalla finestra v' è un grosso fico dell' altezza ordinaria, alcuni rami del quale pendono su l'estremo sinistro della casa. Il fulmine investì il muro SE-NW.

Fig. 5.

Della facciata SW ne scrostò un pezzo (fig. 5) presso la parte superiore dello stipite sinistro della finestra, lasciando una impronta avente la forma di un triangolo isoscele colla base in alto di 27 cm. di lunghezza e 36 cm. di lato. Un gallo presso la finestra fu fulmi-

nato. Un bambino di 3 anni che stava sulla soglia della porta, distante più di 1 m. dalla finestra, colpito leggermente dal fulmine stramazzò a terra. In seguito rinvenne.

Salito su di una scala a pinoli, esplorando questo muro per mezzo della bussola, m' accorsi che la traccia magnetica, cominciava dalla parte più alta di questa facciata. Seguendo l' orlo da sinistra a destra, a 85 cm. dall' estremo sinistro comincia un nastro distinto di polarità Nord *nn*, *di 1 cm.* di larghezza; si abbassa quasi verticalmente per più di mezzo metro, quindi diventa tortuoso piegando verso destra e lambendo quasi la parte scrostata; in seguito continua in basso per altri 38 cm. sulla faccia SE dello stesso stipite, nel resto del quale non ci sono punti distinti.

Seguendo sempre l' orlo del muro, a 9 cm. di distanza dall' estremo superiore del precedente nastro, se ne osserva un altro brevissimo, pure distinto e di polarità Sud.

Più in là 9 cm. dall' estremo superiore di esso, ha origine un altro nastro distinto *n'* di polarità Nord, lungo circa cm. 15 e leggermente inclinato verso sinistra.

Poscia a 13 cm. ne segue un altro *s's'* della stessa larghezza dei precedenti e di polarità Sud, il quale, quasi verticalmente, si abbassa per cm. 80 e scompare presso l' estremità inferiore della parte scrostata; così che essa rimane compresa tra il primo nastro distinto *nn* e quest' ultimo *s's'*. Siccome la faccia del muro è continua (1) anche continui sono i nastri magnetici distinti. Più giù dello stipite, fino al suolo, non si osservano tracce magnetiche.

Presso la parte scrostata staccai un pezzo di calcinaccio ed un pezzo di tegola di terra cotta ad esso aderente. Tanto l'uno,

(1) I muri di città sono costruiti, in generale, con pezzi di lava basaltica più o meno regolare; gli spazî tra i diversi pezzi sono riempiti con rottami di terra cotta, schegge di lava ecc. ed i varî pezzi sono tra loro collegati con una malta che localmente chiamasi «*sottile*»

quanto l' altra fanno deviare sensibilmente l'ago magnetico.

La finestra, di forma rettangolare lunga m. 1,16 e larga cm. 79, era chiusa durante il temporale. Sulla sua parte sinistra, a circa 30 cm. di altezza, si vede una traccia di legno bruciato *b* larga cm. 1,5 e lunga cm. 30, avente origine presso lo stipite e leggermente inclinata in basso.

Nella parte superiore di destra, a pochi cm. dal rispettivo stipite, si osservano fusi le estremità di due chiodi e tutto intorno il legno bruciato.

12. Dentro la stanza offre tracce magnetiche soltanto quel tratto della parete opposta compreso tra la porta e la finestra.

Esse, in generale, sono deboli e tali da prevalere il magnetismo di polarità Sud. A cm. 68 dal suolo si osserva che, per un tratto lungo cm. 21 e largo da 3 a 5 cm. l' intonaco fu scrostato e la pietra messa a nudo offre un debole magnetismo di polarità Sud.

13. Da quanto precede è facile concludere:

1. *Sulla lava dell' Etna il fulmine ha prodotto tracce sensibilissime magnetiche costituite in gran parte da lunghe zone distinte, a nastro, di 1. cm. di larghezza.*

2. *La loro disposizione è abbastanza regolare* e tale da non lasciare dubbio alcuno sulla via percorsa dal fulmine, essendo ogni zona di una data polarità parallela a quella di polarità opposta.

A sinistra (*per chi guarda*) si ha quasi sempre la zona di polarità Nord, a destra quella di polarità Sud.

In due soli casi (n. 1, 2) le zone hanno polarità invertite.

3. *La scarica elettrica*, determinata dalla disposizione di queste zone, *ha avuto quindi luogo, nel maggior numero dei casi, tra elettricità positiva del suolo e negativa della nube.*

Ad analoghe conclusioni son venuto da ricerche eseguite

su rocce dell' Etna, presso il luogo fulminato. (1) *Le zone distinte a nastro doppio, dalle quali si può rilevare la direzione della scarica elettrica, sono ivi abbastanza frequenti.* Di ciò mi occuperò per esteso in una prossima nota.

4. In quei casi in cui i tralci delle viti erano presso il muro, quantunque ad una certa distanza, la traccia magnetica ha forma analoga alla loro disposizione, la quale negli altri casi è ordinariamente verticale.

5. *Il fatto poi che queste scariche elettriche avvennero in corrispondenza ai rami degli alberi, di cui si è parlato, conferma ancora una volta quanto è pericoloso ricoverarsi, durante i temporali, sotto gli alberi in campagna.*

---

(1) Invece i Proff. Giovanni e Gaetano Platania avendo eseguite analoghe ricerche sui fabbricati fulminati trovano la direzione della scarica elettrica *costantemente dal suolo alla nube*—Conf. GAETANO e GIOVANNI PLATANIA: *Effets magnetiques de la foudre sur les roches volcaniques.* Comptes Rendus 4 Décembre 1905 — GIOVANNI e GAETANO PLATANIA: *Sul magnetismo prodotto da fulminazioni.* Mem. R. Acc. degli Zelanti 3ª serie—Volume IV 1905-1906.

Catania, Maggio 1906.

Memoria XVI.

Ricerche sull' " attrazione „ delle cellule sessuali

di UMBERTO DRAGO

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
PROFF. R. STADERINI ED A. RUSSO (*relatore*).

L' Autore, premesso che l' attrazione che eserciterebbero le ova sugli spermatozoi della stessa specie viene oggi dai più interpretata come una modalità di Chemiotropismo, e dopo una minuta rassegna bibliografica dalla quale risultano opinioni contradittorie, per tentare di risolvere un così grave problema instituisce varie esperienze. Dalle ricerche che l'A. ha condotto con tecnica rigorosa ed i cui risultati sottopone ad una critica minuziosa, emergono nuove circostanze di fatto, le quali escludono un' *attrazione specifica* e l' intervento di *azioni chemiotropiche*. Risulta infatti, dalle molte ricerche fatte, che spermatozoi appartenenti a generi diversi, a diverse classi ed anche a tipi animali diversi possono aggrupparsi attorno alle ova, costituendo cumuli analoghi a quelli formati da elementi della stessa specie dell' ovo, come ancora che attorno alle ova uccise con varî mezzi e rese artificialmente incapaci di " attrarre „ gli spermatozoi, si possono con semplici artifizî fisico-meccanici, indipendentemente dal chemiotropismo, indurre quegli accumuli, che hanno fatto pensare ad azioni chemiotropiche.

L' importanza dell' argomento che il Dott. U. Drago si è proposto di trattare, non ostante le grandi difficoltà che talora oltrepassano i comuni mezzi d' indagine, rendono il presente lavoro molto pregevole e perciò la Commissione propone che sia inscritto negli Atti di questa Accademia.

Secondo l' indirizzo della moderna Biologia, molti dei più noti fenomeni vitali presentati dagli esseri unicellulari, vengono ascritti, a stimoli chimici e fisici i quali avrebbero una certa

analogia colle affinità chimiche e le proprietà fisiche che si avverano nella materia non organizzata. Per tali manifestazioni del protoplasma vivente si sono create denominazioni speciali traducenti le modalità dei fenomeni che ne derivano, e la « chemiotassi, » il « barotropismo » colle sue modalità, il « termotropismo » ecc. sono assurti alla dignità di fenomeni biologici reattivi essenzialmente legati all' azione di stimoli fisici e chimici, mentre d' altro canto non mancano coloro i quali assegnano a tali fenomeni cause fisico-meccaniche, come la diffusione, l'osmosi, l'imbibizione, dalle quali gli organismi elementari sarebbero sollecitati passivamente.

Da quali di queste due scaturiggini derivino poi realmente le attività e le influenze che presiedono a questi fenomeni è tuttavia oggetto di esperimento e di discussione essendo appunto il campo dei biologi diviso e contrastato.

Non si può negare a quest' arduo problema quella singolare attrattiva che deriva dal desiderio di ricondurre a leggi e fenomeni conosciuti, tuttocciò che si sottrae a una facile spiegazione il che spiega l' indirizzo unilaterale della moderna biologia, e la concorrenza verso di esso da parte di molti dei suoi cultori. D' altro canto però la brama del nuovo e quella di raggiungere la meta fa lasciare per via molte questioni insolute, o fa apprestare interpretazioni discutibili sotto parecchi aspetti.

Una delle questioni che si è creduto di aver risoluto, per lo meno mediante illazioni, è quella relativa al chemotropismo sessuale — altre volte noto sotto la denominazione di attrazione sessuale—a quel fenomeno cioè per il quale l'elemento sessuale maschile sarebbe attratto dall'elemento femminile in via generica, e in via specifica l' elemento maschile di una data specie non sarebbe attratto che dall'elemento femminile della stessa specie. Le moderne teorie e le moderne ricerche tendono in altri termini ad ammettere che quell'ignota e misteriosa « forza di attrazione sessuale » che secondo la vecchia dottrina, quasi come un appetito sessuale elementare, richiama attorno all' ovo gli spermatozoi, e soltanto quelli che sono atti a fecondarlo, CIOÈ DELLA

STESSA SPECIE, non sia dovuto che a stimoli chimici, determinati dall' azione di speciali sostanze contenute nell' ovo, ovvero il prodotto di fenomeni fisici, indotti da speciali condizioni fisiche quali p. e. l' isotonicità, e rispettivamente l' anisotonicità degli elementi sessuali fra di loro e col mezzo in cui si muovono, le correnti osmotiche l'attrazione molecolare ecc.

L'accennata dottrina chimica ha avuto il principale punto di partenza dalle ricerche dello Pfeffer sugli spermatozoi di felce. (1) Com' è noto quest' autore riempiva dei tubetti capillari, saldati ad un'estremità, con soluzione al 5% di acido malico, e li immergeva quindi in goccie contenenti spermatozoi di felce. Dopo un certo tempo notava che gli spermatozoi erano penetrati nel tubo, e da questa osservazione deduceva che l' acido malico agisce come chemotropico per gli spermatozoi della felce. In seguito quest'autore volle trasportare le sue conclusioni dal campo artificiale a quello naturale, e con ricerche microchimiche dimostrò la presenza di acido malico nelle parti delle piante che contengono i prodotti sessuali, però non potè dimostrare ugualmente la presenza di quest' acido nell' archegonio delle felci. Ciò non pertanto l' azione chemotropica dell' acido malico sui prodotti sessuali maschili delle felci è entrata nella convinzione dei biologi i quali ritengono che lo stimolo direttivo degli spermatozoi sia appunto determinato dall'acido malico, che, secondo loro, sebbene non ne sia stata particolarmente provata la presenza, esisterebbe nell' ovulo delle felci.

Accanto a queste ricerche del Pfeffer si possono mettere le ricerche del Lidforrs sui tubi pollinici (2). Quest' autore sperimentando sui tubi pollinici di *Narcissus Tazzetta* avrebbe trovato che, mentre molte sostanze zuccherine, acide e saline (destrosio,

(1) W. Pfeffer — Locomotorische Richtungsbewegungen durch Chemische Reize. Untersuch. aus dem bot. Inst. zu Tubingen—Bd. I (1881-1885).

Id. Ueber chemotactische Bewegungen von Bact. Flagellaten un Volvocineen — Ibid. Bd. II (1886-88).

(2) Lidforrs (Bengt) Ueber den Chemotropismus des Pollenschlaüche (Ber deutsch. Bot. Ges. XXX).

levulosio, maltosio, arabinosio, acido citrico malico, formico, solfato di soda ecc.) sono senza azione sui detti tubi pollinici, la diastasi ne ha una sorprendente, poichè introducendone alcuni granuli nella soluzione di coltura, dopo $^1/_2$ ora i tubi pollinici manifestano una netta curvatura nella direzione dei grani.

Le conclusioni dei seguaci del Pfeffer campate, come s'è visto, sopra un semplice *hoc post hoc*, sono state in seguito generalizzate ed estese sino al punto da suscitare nei biologi il convincimento che in ogni cellula femminile esistano sostanze speciali capaci di attrarre soltanto quella determinata specie di spermatozoi. « Il fenomeno straordinario che fra le innumerevoli masse di spermatozoi di animali differenti che popolano il mare, ogni specie, trovi il suo ovulo corrispondente, è quasi sempre un effetto di chemotropismo, e si spiega molto facilmente perchè ogni specie di spermatozoo è chemotropico per certe sostanze specifiche le quali sono caratteristiche dell'ovulo della specie corrispondente. » Così si esprime il Verworn nella *Fisiologia generale*, illustrando le esperienze del Pfeffer: così è ammesso comunemente dai biologi.

Che cosa intenda l'A. con quel « trovare » l'ovulo corrispondente, non si comprende bene, poichè se si considera che l'atto della fecondazione ovulare si può scindere in due momenti, cioè 1° nell'avvicinamento dello spermatozoo all'ovo 2°; nella penetrazione e quindi nella fusione dei pronuclei, non si sa a quale dei due momenti il Verworn alluda; poichè non sarebbe inverosimile ammettere a priori che gli elementi femminili, pur attirando indifferentemente tutte o parecchie specie di spermatozoi, sarebbero poi capaci di lasciarsi penetrare e fecondare soltanto dalla specie corrispondente.

Non a torto adunque il Morgan (1) parlando di questo fenomeno si esprime con queste parole:

« It has been assumed by embryologists that there exists some

(1) F. H. Morgan—*self-Fertilization induced by artificial means* in the Journal of esperim. zoöl.

sort of attraction between the eggs and the spermatozoa of the same species. This idea would readly suggest itself to anyone who saw spermotozoa collecting in crowds aromnd the eggs, but it by no means follows that this phenomenon is really due to an attracting substance emanating from the egg.

The result may be due to the membrane of the egg, to wich those spermatozoa stick that come accidentally into contact with it. In fact I have observed similar collections of spermatozoa in the ascidian around pieces of the body tessue, where the result had wery appearance of being due to some sticky substance, exuding from the piece, rather than to an attraction exerted by the piece on the spermatozoa.

« Pfeffer 's oft-quoted experiment with the antherozooides of ferns, lineworts etc. appears to support the idea that the anterozooids are attracted to the malic acid that is present in the neck of te archegonia, but in the light of the recent experiments of Jenning and others, as to the way in wich unicellular forms accummulate in a drop of acid, we can readely see that usually given to them. »

Senza entrare sui particolari di queste affermazioni è certo che la dottrina del chemotropismo sessuale che ha già varcato i confini delle monografie, e ha invaso i trattati, comincia a perdere terreno non soltanto per quanto riguarda l' attrazione che io ho chiamato « specifica » ma ancora il fenomeno d' indole generale; ed anzi, come si può desumere dalle precedenti affermazioni e interpretazioni del Morgan, quasi per reazione si tende all' estremo opposto, a negare cioè che, in generale l' affollarsi degli spermatozoi attorno alle ova sia dovuto a speciali sostanze chemotropiche dell' ovo esercitanti uno stimolo direttivo sugli elementi sessuali maschili.

Il Carazzi nelle sue Ricerche embriologiche e istologiche sull' ovo di *Myzostoma glabrum* L. discutendo l' « attrazione chimica » degli spermatozoi per opera delle ova prevede il non lontano tramonto di tale dottrina, e combatte la sua applicazione

nella spiegazione del processo fecondativo dei mammiferi adducendo l' enorme distanza alla quale gli spermatozoi dal collo uterino dovrebbero risentire l' azione chemotropica delle ova che si trovano all' estremo superiore delle trombe. Non v' ha dubbio che da questo punto di vista l'obbiezione sarebbe esatta, se fosse vera la premessa. Ma i biologi moderni a spiegare il fenomeno attrattivo nei mammiferi non invocano più il chemotropismo: in questo caso, secondo loro (per es. il Verworn fondandosi sulle esperienze di Sthal e di Roth) (1) lo stimolo sarebbe rappresentato dal reotropismo cioè dall' azione della corrente liquida che normalmente va dai genitali interni agli esterni, la quale stimolerebbe gli spermatozoi a muoversi in senso ad essa contrario; senza contare che il LOW (2) in seguito alle sue esperienze praticate con spermatozoi e pezzetti di mucosa uterina e intestinale, attribuisce il chemotropismo alla reazione alcalina della mucosa dell'utero, la quale avrebbe un' azione direttiva sugli spermatozoi.

D' altro canto il BULLER (3) studiando il processo di fecondazione negli Echinodermi *(Arbacia pustolosa. E. microtuberculatus. Sphaerechinus granularis)* per indagare se le ova di questa specie secernano sostanze capaci di attrarre chimicamente gli spermatozoi, è riuscito a risultati perfettamente negativi. Per il che egli si crede autorizzato a concludere che non esiste attrazione; « il contatto è assicurato semplicemente dal gran numero di spermatozoi e dalle dimensioni delle ova. » Non solo, ma le esperienze lo inducono a credere che, d' una maniera generale, gli spermatozoi sono incapaci di rispondere alle eccitazioni chimiche con un cambiamento di direzione.

In contrapposto a queste deduzioni il DUNGERN (4) ricercan-

(1) Anche il Battelli si è occupato di questo argomento con ricerche le quali lo hanno condotto a identiche conclusioni (V. Archives de sciences phisiques et naturelles an. 15° — 4° period, vol. XII.

2) LOW — *Die Chemotaxie der Spermatozoen in weiblichen Genitalstrakt.*

(3) BULLER — (A. H. R.) *The Fertilization Proces in Echinoidea* (Meét. Brit. Assoc.).

(4) E. VON DUNGERN *Nouvelles experiences sur la physiologie de la fecondation*—Zeitschrift fin Allg. Phys. 1. 1.

do le cause che favoriscono l' unione degli elementi sessuali di un medesimo genere, e impediscono generalmente quella fra generi differenti, ha potuto isolare dalle ova di *Astropecten aurantiacus* e *Asterias glacialis* delle sostanze che uccidono gli spermatozoi dei Ricci. Queste sostanze sarebbero resistentissime e sopportebbero, senza alterarsi una temperatura di 60°. Nelle ova dei Ricci mancano però sostanze tossiche per gli spermatozoi di *Asterias*, e allora l' A. suppone che la penetrazione degli spermatozoi di Ast. nelle ova di Riccio sia impedita o da sostanze agglutinanti sui detti spermatozoi, o da sostanze capaci di stimolarne i movimenti, provocando in essi quel movimento analogo al « riflesso » riscontrato dal Jenning negli Infusori, e consistente in movimenti circolari continui, mentre all' opposto per favorire la penetrazione degli spermatozoi dello stesso genere, entrerebbero in giuoco influenze capaci di indebolirne i movimenti e di contribuire quindi a far loro prendere una direzione perpendicolare favorevole alla penetrazione. Queste influenze sarebbero principalmente costituite da un protoplasma omogeneo.

Un altro agente, fisico, l' elettricità, è stato invocato da O. Hertwig per spiegare l' attrazione sessuale. L' A. ricusandosi ad ammettere come causa essenziale di questo fenomeno la chemiotassi nel senso di Pfeffer, e quindi l' influenza di una sostanza chimica eliminata, poichè gli spermatozoi si uniscono soltanto coll' ovo della stessa specie, tende piuttosto ad ammettere l' ipotesi anticamente sostenuta dal Nägeli, secondo il quale l' attrazione sessuale sarebbe dovuta a fenomeni elettrici.

Sul proposito il Borodin, citato dal Kulagin (1) osserva che, poichè non vi sono che due specie di elettricità, non si comprende come un novo avrebbe azione soltanto sullo spermatozoo della stessa specie. (« Da es zwei Arten Electricität giebt, eine positive, und eine negative, so ist nicht zu begreifen, wie es

(1) Nic. Kulagin — *Ueber die Frage der geschlechtlichen Vermehrung bei den Tieren*—Zoolog. Anz. XXI, pag. 653.

sich wohl durch electrisch Erscheinungen erklären liesse, warum das Ei nur auf die Spermatozoiden derselben Art anziehend wirkt. »)

Finalmente il DELAGE (1) che è riuscito a frammentare le ova di *Strongilocentrotus lividus* in due parti, di cui una contenente il nucleo, e l'altra priva, avendo notato che attorno ad entrambe si affollavano egualmente gli spermatozoi, nega al nucleo ogni influenza sull'attrazione sessuale, mentre l'IWANZOW (2) gliene attribuisce tanta da farne dipendere un maggior potere chemotropico sugli spermatozoi nelle ova non mature. Infatti quest'autore avendo sperimentato con ova immature di *Holoturia tubulosa*, non solo ha notato che gli spermatozoi vi si dirigono numerosi, ma che altresì vi penetrano raggiungendo il nucleo ove si dissolvono in un ammasso di granuli, *e quest'azione chemotropica sarebbe maggiore da parte delle ova immature anzichè di quelle mature.*

Ma accanto a queste vedute e a queste ricerche nel campo della chimica biologica, non mancano le ipotesi fisico-meccaniche confortate da esperimenti per analogia, e fra queste è da annoverare quelle esposte nel lavoro di HERRERA (3) tendente a mostrare il processo fecondativo come un fenomeno di attrazione molecolare. L'A. si è servito per questo intento di un sottile strato d'olio (versato in un piatto,) nel mezzo del quale ha lasciato cadere una goccia di tuorlo d'ovo che vi è rimasta sospesa. Avvicinando alla goccia un corpo acuminato, questa estuberava nella direzione del corpo, simulando perfettamente un cono d'attrazione, e talora presentando contemporaneamente delle deformazioni che potevano paragonarsi a pseudopodi. Se invece del corpo acuminato fisso, si poneva vicino alla goccia di

(1) DELAGE V. — *Embrions sans noyau maternel*—C. R. Ac. Sc. CXXVII—p. 528-531.

(2) N. IVANZOW - *Ueber die physiologische Bedeutung der Process der Eireifung* — Bull. Soc. Moscou 1898, pag. 355.

(3) HERRERA ALFONZO—*La fecondation par attraction moleculare*—Boll. de la Soc. Zool. de France. XII—225.

tuorlo un piccolo « spermatozoo artificiale » di legno, questo veniva immediatamente attratto e penetrava nella goccia.

L' A. paragona quindi questi corpi all' ovo e allo spermatozoo, e i fenomeni fisici che essi, presentano, ai rispettivi fenomeni biologici che precedono il processo fecondativo, e si crede pertanto autorizzato a dedurne un' analogia la quale, come è evidente, non è esente di critica.

Come s' è visto da questa rapida esposizione bibliografica, le vedute, le ricerche e le conclusioni dei vari autori sul fenomeno dell' « attrazione sessuale » sono così disparate e contradittorie, che il problema si può dire ben lontano dalla soluzione definitiva. Fatta astrazione dai particolari del fenomeno, dalla sua natura, dal suo meccanismo, si può dire che gli autori non sono d' accordo nemmeno sul principio generale, cioè se realmente si verifichi una vera attrazione da parte delle ova e degli spermatozoi.

Così che allo stato attuale si può stabilire che volendo intrattenersi a studiare le modalità del fenomeno, bisogna cominciare colla pregiudiziale.

In ordine alle ricerche dei vari autori e alle deduzioni tratte dai biologi come ancora ai risultati contradittori sull' argomento dell' « attrazione sessuale » ho voluto intraprendere un corso di ricerche le quali ho continuato per circa tre anni con brevi interruzioni.

Come si vedrà nell' esposizione di esse non ho mancato di sottoporre i procedimenti tecnici, i risultati e le deduzioni ad una critica rigorosa, circondandomi di quella circospezione che un compito così difficile e delicato richiede.

Ho intrapreso le esperienze con obbiettivi diversi, e in ordine a questi le distinguo in serie in questa rapida esposizione.

Serie prima.

In questa serie ho avuto di mira di trasportare nel campo della biologia animale quanto era stato praticato dallo Pfeffer

nel campo della biologia vegetale: ho voluto cioè sperimentare se le ova introdotte insieme ad un mestruo in tubetti capillari chiusi ad un' estremità, esercitassero un qualche stimolo che motropico sugli spermatozoi della stessa specie animale, contenuti in una goccia di liquido nella quale pescava l' apertura del tubo capillare.

Salvo qualche modificazione, che noterò, intesa a semplificare la tecnica, ho modellato il mio metodo di ricerca su quello praticato dal citato autore nelle sue ricerche sugli spermatozoi delle felci.

Come materiale di esperimento ho scelto ova e sperma dello *Strongilocentrotus lividus* che ho diluito in acqua di mare, assicurandomi, prima di estrarre gli organi sessuali, che gli animali fossero vivi, e controllando, dopo l' aggiunta del mestruo l'inocuità di esso, rivelata dalla vivace mobilità degli spermatozoi. Questa precauzione mi si è dimostrata indispensabile perchè non di rado notavo, che l' aggiunta di acqua di mare uccideva gli spermatozoi o per lo meno ne paralizzava il movimento, già molto vivace prima della miscela.

Con tali precauzioni ero sicuro di operare con elementi sessuali perfettamente vitali.

I tubi adoperati avevano un diametro oscillante da $^1/_4$ a $^1/_2$-$^2/_3$ di mm. e una lunghezza da 12-18 mm.

Fatta la diluizione delle ova che avevo cura di trarre da ovaie mature, in individui che già ne emettevano all' esterno in acqua di mare, come ho precedentemente esposto, le introducevo nel tubo capillare con un procedimento diverso da quello dello Pfeffer.

Questi operava nel modo seguente: Prescelti i tubi, dopo averli chiusi alla lampada ad una delle estremità, li immergeva nel liquido di cui voleva riempirli, e sottoponeva il tutto al vuoto nella macchina pneumatica. Avvenuta la rarefaziene dell' aria il liquido si introduceva nei tubi, e alla fine rimaneva nell' estremità chiusa uno spazio di 2-4 mm. ripien d' aria.

Questo processo abbastanza lungo e relativamente complicato, veniva da me sostituito come appresso: Prescelti i tubi aperti da tutte e due le estremità, li immergevo nel liquido il quale prontamente vi ascendeva. Prima che si riempissero completamente e quando ancora rimaneva uno spazio di 4-6 mm. all' altra estremità, li ritiravo. Sostenendoli con una pinzetta, senza esercitarvi alcuna pressione, avvicinavo l' estremità vuota di liquido a una piccolissima fiammella e rapidamente immergevo l' altra estremità nel liquido contenuto in un vetro da orologio che avevo tenuto vicinissimo al tubo. L' estremo di questo esposto alla fiammella si saldava subito, e l' istantanea immersione dell' altro estremo nel liquido, aveva per effetto di ricostituire entro il tubo la colonna liquida spostata per opera della dilatazione indotta dal calore. Se l' operazione non m' era riuscita, se cioè per effetto della dilatazione dell' aria e del liquido e della loro successiva contrazione pel raffreddamento, veniva a penetrare dell' aria all' estremo libero del tubo, bastava avvicinare l'estremo chiuso del tubo, mantenuto dentro al liquido, a una certa distanza dalla fiamma perchè avvenisse una nuova dilatazione dell' aria e del liquido, capace di scacciare la bollicina d' aria terminale, richiamandovi in sua vece del liquido.

Una precauzione indispensabile doveva ancora adottare nel rompere i tubi per ottenerli delle volute dimensioni, poichè se la superficie di frattura non era pressochè orizzontale, e relativamente liscia e continua, ma frastagliata o a becco di flauto, si tratteneva all' estremo libero del tubo una bollicina d' aria la quale naturalmente, come nel caso precedente, impediva il contatto diretto fra il liquido interno e l' esterno.

Si comprenderà di leggieri come non sia agevole ottenere che tubi si trovino in queste condizioni, e come occorra spesso rifare più d' una volta la preparazione dello stesso tubetto. È perciò che in questo genere di ricerche il tempo e la pazienza dello sperimentatore sono messi a dura prova.

Colla modificazione di tecnica precedentemente accennata,

non solo semplificavo e rendevo più spedito il metodo, ma ottenevo che, dopo la chiusura del tubo, lo spazio di aria residuale era molto minore di quello che residuava nei tubi adoperati dallo Pfeffer nei quali tale spazio, su tubi di 4-7 mm. di lunghezza, variava dai 2-4 cioè circa la metà della lunghezza del tubo. Questo risultato ha una grande importanza per l' esattezza delle ricerche, poichè avuto riguardo alla sottigliezza delle pareti del capillare, lo spazio d'aria viene tanto più facilmente influenzato dalla temperatura esterna e quindi tanto più facilmente determina la fuoruscita o il rientramento meccanico del liquido, quanto maggiore è la quantità d' aria *a tergo* e rispettivamente la dilatazione di essa. Col metodo da me adoperato io riuscivo per lo più a ridurre quello spazio a meno di un millimetro.

Compiuta quest' operazione adagiavo il capillare sul portaoggetti, in modo che l' imboccatura pescasse nella goccia di liquido, mantenendovelo orizzontale, obliquo, o verticale, con opportune disposizioni, a seconda le esigenze dell' esperimento. Per impedire l' evaporazione del liquido esterno, collocavo per lo più il preparato in camera umida, invece di ricoprirlo col portaoggetti, come praticava lo Pfeffer, il che del resto non avrei potuto ugualmente fare, data la disposizione obliqua e verticale dei tubi. Così a determinati intervalli toglievo dalla camera umida il preparato, e lo sottoponevo a una rapida osservazione.

Esperienze.

Un numero considerevole di esperienze vengono eseguite introducendo nei capillari le ova di *Strongilocentrotus* con acqua di mare, e immergendo l' estremità aperta dei tubi nella goccia di liquido contenente gli spermatozoi dello stesso animale. Esaminato già dopo pochi minuti il liquido contenuto entro il tubo ho notato la penetrazione degli spermatozoi e il loro caratteristico aggruppamento attorno alle ova. Nelle osservazioni successive la penetrazione è andata aumentando: gli spermatozoi contenuti nel tubo non solo si sono mostrati in quantità crescenti, ma

si sono approfonditi guadagnando le sezioni superiori del tubo, e aggruppandosi al solito attorno alle ova. Quest'aumento nella manifestazione del fenomeno ha però un limite e cessa dall'osservarsi quando gli elementi maschili agglutinati all' imboccatura l' occludono.

L' esito di questo genere di esperienze è costantemente quello descritto, tutte le volte che si osservano le precauzioni di tecnica che ho accennato precedentemente, poichè basta la più piccola inosservanza come p. es. la penetrazione di qualche piccola bolla d' aria nel tubo, o il residuo di esso all'imboccatura, o la concentrazione del liquido esterno anche per leggiera evaporazione, o lo spostamento meccanico del tubo dal centro della goccia verso i margini di essa, ove generalmente la concentrazione è maggiore e gli elementi si incontrano meno vitali e quindi meno vivaci e in parte agglutinati, bastano lo ripeto, queste cause apparentemente di poca entità perchè gli spermatozoi del liquido esterno rimangano agglutinati all' imboccatura del tubo senza penetrarvi sino a raggiungere le ova.

Devo notare a questo proposito che non ho potuto con sicurezza convincermi se la distanza delle ova contenute nel tubo dall' imboccatura di esso, avesse un certo rapporto coll' intensità di penetrazione degli spermatozoi. Nell' introdurre nel capillare il liquido colle ova mi è accaduto spesso di notare, specialmente quando il numero di esse era rilevante, che il primo ovo della serie contenuta era vicinissimo all' imboccatura, ed all' opposto, ho notato altre volte che il primo ovo della serie distava dell' imboccatura non di rado per più di metà della lunghezza del tubo. Ebbene, in tutti e due i casi il fenomeno della penetrazione degli spermatozoi, salvo qualche eccezione, si verificava ugualmente e colle stesse modalità.

Dalle esperienze surriferite si può adunque ammettere con sicurezza che gli spermatozoi dello *Strongylocentrotus lividus* contenuti in un mestruo penetrano nei tubi capillari contenenti ova

dello stesso individuo. Questa conclusione soltanto, e non altra più ampia, si può trarre da questi fatti, i quali non autorizzano certamente a dedurre che si tratti di un fenomeno di chemotropismo.

II. Serie di esperienze.

Per escludere eventualmente la possibilità che la penetrazione degli spermatozoi nel tubo sia un fenomeno di barotrofismo negativo, ho intrapreso un' altra serie di ricerche variando la disposizione degli oggetti in senso perfettamente opposto. Ho introdotto cioè gli spermatozoi dello stesso animale nei tubetti la cui imboccatura ho immerso in una goccia d' acqua di mare contenente ova.

Le esperienze ripetute per molte volte mi hanno condotto a risultati costantemente positivi : gli spermatozoi cioè fuoriescono dai tubi e assumono la caratteristica disposizione attorno alle ova contenute nella goccia esterna.

III. Serie.

Per assicurarmi meglio dell' entità delle precedenti ricerche ho adottato una terza modificazione nella disposizione degli oggetti, capovolgendo i tubetti contenenti lo sperma diluito e facendone pescare l' estremità in goccia pendente dal vetrino, nella quale erano contenute ova in acqua di mare.

Queste operazioni richiedono una tecnica speciale, e più che la tecnica, molta circospezione.

Per mantenere i tubi nella posizione verticale io usavo attaccarli a un piccolo cubo di paraffina di cui fondevo la parte centrale. Bisognerà però condurre l'operazione rapidamente, e aver cura di immergere l' estremo chiuso del tubo nella paraffina solo quando questa comincia a solidificarsi, poichè nel caso diverso si rischia di perdere una piccola quantità di liquido per evaporazione all' imboccatura, ed altra più rilevante per dilatazione

dell' aria e del liquido stesso dovuta al calore della paraffina a contatto coll' estremo chiuso, il che, nel consecutivo ritrarsi dal liquido farebbe penetrare l' aria nell' imboccatura costituendo quindi un' interruzione nella colonna liquida interna ed esterna.

Per maggiore sicurezza e rapidità è opportunissimo d'incollare il tubetto sulla paraffina dopo di averne immerso l' imboccatura nella goccia pendente, e adottarvi quindi al disotto un sostegno mobile.

Ma con tali precauzioni non è esaurita la prova della pazienza dello sperimentatore, poichè occorre che l' imboccatura del tubetto non vada a battere contro il vetro che sostiene la goccia pendente, e quindi bisogna che questo sia anch' esso appoggiato a un sostegno mobile capace di piccoli spostamenti a vite nelle due direzioni verticali.

Dopo ciò io mettevo l' apparecchino in camera umida per impedire che la goccia esterna evaporasse, dovendo esaminarla a intervalli relativamente lunghi per esser sicuro del risultato delle esperienze.

Il risultato di queste è stato in massima negativo, in quanto che, quasi costantemente non si è avverato la fuoruscita degli spermatozoi dal tubetto, e quindi il consecutivo aggruppamento attorno alle ova della goccia pendente. Solo su due delle nove esperienze eseguite ho notato pochissimi spermatozoi fuorusciti dal tubo e aggruppati attorno alle ova. E poichè è da ammettere che nel maggior numero dei casi, l' uscita degli spermatozoi era impedita dalla pressione del liquido della goccia esterna, è facile interpretare i risultati diversi dei due casi citati considerando che la quantità del liquido della goccia non può essere sempre uguale, e tale da esercitare una pressione significante sul sottostante liquido del tubetto.

Per controllare poi i risultati e constatare che realmente nessuno spermatozoo era penetrato nella goccia contenente le ova, nei citati casi con esito negativo, io usavo, esaurita l' esperienza, diluire la goccia in acqua di mare, ed osservare dopo un certo

tempo se si effettuissero in qualche ovo dei processi di segmentazione, osservazione che ebbe in tutti e sette i casi esito negativo, mentre il campione di controllo, che avevo cura di apprestare ogni volta unendo direttamente sperma ed ova deluiti in acqua di mare, in una capsuletta, mi dava i soliti stadi divisionali.

Dalle precedenti esperienze si può quindi concludere che la constatata fuoruscita degli spermatozoi dai tubi o reciprocamente la loro introduzione e il loro movimento verso le ova non siano dovuti a nessuna delle due specie di barotropismo, poichè se da un canto è evidente e quasi costante che gli elementi sessuali maschili dell' *Echinus lividus* per raggiungere le ova si diriggono, (entro un determinato limite di pressione) nel senso perfettamente opposto alla pressione del liquido, è altresì evidente e costante che essi seguono ancora la direzione della pressione.

A precisare presumibilmente l' indole del fenomeno constatato nelle varie serie di esperienze, ho istituito un' altra serie, servendomi di ova della stessa specie, delle quali distruggevo previamente la vitalità del protoplasma col calore.

IV. Serie.

Per assicurarmi del grado di temperatura necessario ad uccidere il protoplasma delle ova, esponevo contemporaneamente nel termostato in due capsule distinte, ben chiuse, ova e spermatozoi diluiti in acqua di mare, partendo da una temperatura iniziale di 25° e facendola aumentare gradatamente. Successivamente, ad ogni aumento di 5° gradi, esaminavo la mobilità degli spermatozoi. Questa, a partire da 45° si andava indebolendo, finchè a 55° era completamente annullata. Era quindi a presumere che a questa temperatura la loro vitalità fosse annullata. Però per assicurarmi viemmeglio che non si trattava di una semplice sospensione del movimento, aggiungevo alla cap-

sula contenente gli spermatozoi così riscaldata, una quantità relativamente grande di acqua di mare allo scopo di raffreddare il mestruo e di ripristinarne la densità eventualmente aumentata per evaporazione del liquido, quantunque, come ho accennato precedentemente, avessi ben chiuso le capsule.

Allorchè mi ero assicurato che la temperatura di questa miscela era quella dell' ambiente riesaminavo gli spermatozoi i quali si mostravano ugualmente immobili come prima di quest' aggiunta. L'osservazione prolungata e ripetuta mi metteva al coperto da possibili errori.

Se adunque a 55° l'attività del protoplasma di questi spermatozoi è annullata, è molto verosimile che alla stessa temperatura il protoplasma delle ova subisca la stessa sorte. Tuttavia per essere più sicuro, riscaldavo le ova a 65°. Noto di passaggio che queste temperature le assumevo direttamente immergendo il termometro nei liquidi delle capsule, poichè non solo si manifesta, com' è naturale, una notevole differenza fra la temperatura del termostato e quella dei liquidi contenuti nei piccoli recipienti introdottivi, ma questa differenza non è nè costante, nè proporzionale ai vari aumenti di temperatura.

Per assicurarmi della integrità fisiologica del materiale sottoposto alle dette esperienze, usavo ad ogni ricerca preparare un campione di controllo, come ho riferito nell' esposizione della serie precedente.

I.

In un primo gruppo di questa serie ho voluto osservare il comportamento degli spermatozoi verso le ova quando queste venivano riscaldate alla temperatura eccessiva di 100° C. Aggiungendo lo sperma diluito, all' acqua contenente le ova riscaldate a 100° dopo un certo tempo che questa si era raffreddata alla temperatura dell' ambiente, notavo che gli elementi sessuali maschili generalmente non costituivano attorno alle ova quei soliti

aggruppamenti caratteristici, ovvero se si accumulavano attorno a qualcuno, il cumulo era rado non solo, ma temporaneo: dopo pochi istanti si scioglieva e gli elementi maschili si allontanavano.

Per rendermi un conto più esatto del fenomeno e avere sott' occhio la differenza del comportamento degli spermatozoi verso le ova normali *vive* a quelle *uccise* col calore a 100° facevo quindi una miscela delle due specie d' ova e vi aggiungevo lo sperma.

La distinzione fra le due specie d' ova era facile, poichè quelle esposte alla temperatura di 100° assumevano un colorito più chiaro, opaco, e non lasciavano scorgere il nucleo.

Quest' esperienza ripetuta parecchie volte mi faceva appunto confermare con maggior sicurezza il risultato precedentemente esposto cioè che gli spermatozoi non si accumulavano, o solo scarsissimamente e fugacemente attorno alle ova previamente esposte alla temperatura di 100° C.

Nelle capsule di controllo l' integrità fisiologica del materiale adoperato era assicurata dal fatto che già alla 4ª ora dopo l' unione dello sperma colle ova normali, queste si presentavano allo stadio di morula.

II.

In un susseguente gruppo di esperienze riscaldavo direttamente in una capsuletta di porcellana che esponevo a una piccola fiamma a gas, le ova a 75° C. e dopo il rafreddamento aggiungevo lo sperma diluito. Tolta una goccia dalla miscela ed esaminata al microscopio, non notavo alcun aggruppamento degli spermatozoi attorno alle ova. Riesaminata la miscela dopo 4-6 ore non notavo alcuna figura di segmentazione, mentre nel campione di controllo le morule erano osservabili già dalla 4ª ora.

III.

Nel terzo gruppo di esperienze riscaldavo le ova nel termostato a 67°. La temperatura del liquido contenuto nella capsula

misurata direttamente era in tal caso di 58°. L' aggiunta dello sperma, dopo il raffreddamento del liquido, induceva l' aggruppamento degli spermatozoi attorno alle ova quasi come nelle ova normali contenute nella capsula di controllo. In questa si notavano al solito gli stadi di morula dopo la 4ª ora.

IV.

Nel quarto gruppo il riscaldamento delle ova veniva fatto direttamente nella solita capsuletta in cui tenevo il termometro sin dal principio dell' esperienza, e che esponevo a una piccola fiamma a gas. A 60° C. ritiravo la capsula dalla fiamma e raffreddavo gradatamente il liquido coll' aggiunta di acqua di mare e ponendo la capsula a galleggiare in acqua fredda.

L' aggiunta di sperma diluito non provocava alcun aggruppamento dei suoi elementi attorno alle ova, malgrado i movimenti vivacissimi degli spermatozoi, e l' integrità fisiologica del materiale dimostrata dalle figure di segmentazione ottenute al solito nella capsula di controllo.

V.

Esperienze come nel gruppo precedente. Riscaldamento diretto a 56°. Risultato negativo come nel caso precedente. Nelle capsule di controllo il risultato è come al solito positivo.

VI.

In questo gruppo di esperienze esponevo nel termostato la capsula col liquido contenente le ova, e la ritiravo quando la temperatura della stufa segnava 60°. La temperatura del liquido della capsula misurata direttamente era allora di 52°. Raffreddato il liquido, e aggiunta la miscela di sperma e acqua di mare non si notava alcun aggruppamento attorno alle ova, nè figure di seg-

mentazione nelle ore successive, mentre nel materiale di controllo alla 5ª ora si costatavano le ova allo stadio di morula.

VII.

Riscaldamento diretto a 50°. Risultato positivo: aggruppamento caratteristico evidentissimo. Nessuno stadio di segmentazione però si osserva sino alla 6ª ora in queste ova, mentre nel campione di controllo con ova normali, il risultato è al solito positivo.

VIII.

Riscaldamento a 52° nel termostato della capsula contenente il liquido colle ova. Temperatura interna del liquido 47°. Aggruppamento degli spermatozoi come nelle ova normali. Nessuna figura di segmentazione però vi si nota in prosieguo, mentre nelle ova normali di controllo si riscontra lo stadio di gastrula alla 12ª ora.

IX.

In un sussegnente gruppo di esperienze riscaldavo direttamente le ova a 47° C. e dopo il raffredamento aggiungevo lo sperma diluito. Tolta una goccia dalla miscela ed esaminata al microscopio, notavo attorno alle ova l'aggruppamento caratteristico degli spermatozoi, il quale perdurava, esaminando dopo molto tempo il rimanente della miscela contenuta nella capsula. Però nessuno stadio di segmentazione mi era dato di riscontrare nelle ova contenutevi, malgrado prolungassi le osservazioni sino alla 6ª ora, mentre nel materiale di controllo già dopo 4 ore riscontravo quasi tutte le ova allo stadio di morula.

X.

Riscaldamento diretto delle ova a 42°. Raffreddamento e aggiunta di sperma. Aggruppamento caratterisco degli spermatozoi

attorno alle ova come nel caso normale. Nessuna figura di segmentazione dopo 6 ore. Nelle ova normali di controllo si nota lo stadio di morula alla 4ª ora.

XI.

Riscaldamento delle ova in termostato. Temperatura della stufa 40°. Temperatura del liquido contenente le ova nella capsula 37°. Risultati come nel caso precedente.

XII.

Riscaldamento in termostato. Temperatura della stufa 35°. Temperatura del liquido entro la capsula 33°. Aggruppamento caratteristico degli spermatozoi attorno alle ova, come nei casi precedenti. Alla 12ª ora si nota lo sviluppo di larve poco mobili e non vitali, in quanto che delle gastrule formatisi solo pochissime si muovono debolmente, e non vanno più oltre nello sviluppo, mentre nelle capsule di controllo si riscontrano larve mobilissime che seguitano a progredire nello sviluppo se si mantengono vive sino al 3° giorno, dopo il quale non vengono più esaminate.

XIII.

A partire dalla temperatura di 33° quale è stata provata nel precedente gruppo di esperienze eseguii altre ricerche abbassando ogni volta il riscaldamento delle ova di 3 gradi, e pervenni già dalla seconda prova in poi cioè sin da quando elevavo la temperatura a 27° ad ottenere oltre all' aggruppamento caratteristico degli spermatozoi attorno alle ova, anche le figure di segmentazione e le larve in condizioni di tempo, di sviluppo e di vitalità identiche a quelle ottenute colle ova normali di controllo.

Riassumendo i risultati delle ricerche di questa serie va con-

siderato anzitutto che la diversità fra il risultato ottenuto da qualche esperimento mediante il riscaldamento diretto e qualche altro dedotto da esperimento in termostato a temperatura pressochè uguale, non è che apparente, e che le ragioni devono appunto risiedere rispettivamente nella lentezza o nella rapidità colla quale nei due casi era determinato il riscaldamento. Così p. es. si capisce agevolmente il perchè nel gruppo III in cui il riscaldamento medio a 58° veniva ottenuto indirettamente nel termostato, si otteneva un risultato positivo, mentre alla temperatura di 56° determinata direttamente, il risultato era negativo. Evidentemente l'integrità fisica e fisiologica delle ova veniva danneggiata in misura maggiore nel caso in cui il riscaldamento era più brusco, benchè la temperatura fosse di due gradi inferiore. Del resto non è su queste piccole differenze di temperatura che io conto di fondare delle deduzioni.

A prescindere adunque da questa piccola e apparente discordanza, i risultati delle esperienze eseguite precedentemente ci dicono:

1. Che gli spermatozoi dell' *E lividus* non si aggruppano colla consueta disposizione caratteristica attorno alle ova della stessa specie le quali siano state previamente sottoposte nel termostato a temperature superiori a 50.° E reciprocamente, con linguaggio più pratico, che le ova di E. lividus esposte come sopra, a temperature superiori a 50° perdono il potere di « attrarre gli spermatozoi » della stessa specie.

2. Che le dette ova mentre conservano sino alla temperatura di 50° il potere di attrarre gli spermatozoi, perdono, a partire da temperature superiori a 33° la capacità di venire fecondate e svilupparsi.

3. Che le temperature inferiori a 33° non offendono sensibilmente nelle dette ova nè il potere attrattivo, nè la facoltà di essere fecondate.

4. E quindi che i momenti della coniugazione cellulare, cioè l'avvicinamento dello spermatozoo all'ovo, e la fecondazione

di questo, sono sino ad un certo punto indipendenti l'uno dall'altro, in quanto che l'ovo può essere incapace alla fecondazione, pur essendo capace di *attrarre* lo spermatozoo come in condizioni normali.

Questo sdoppiamento di un'attitudine che si è ritenuta fin ora unica, come lo provano i lavori e le considerazioni dei precedenti osservatori, in parte già citati nel corso di questo lavoro, sarà oggetto a suo tempo di discussione. Quel che importa per ora precisare è la ragione per la quale gli spermatozoi non si accumulano attorno alle ova che hanno subìto temperature superiori a 50°.

Si potrebbe anzitutto supporre che venendo meno a quella temperatura la vitalità del protoplasma ovulare, questo non sia più capace di attrarre gli spermatozoi. Si verrebbe così a rimettere in onore la vecchia dottrina vitalistica che ammetteva la misteriosa forza vitale capace di esercitare un' arcana forza attrattiva sull' elemento maschile. Ma è però certo che se tale non è la causa, essa è intimamente collegata a modificazioni fisiche o chimiche le quali a quella temperatura devono avverarsi nell' ovo, e che non è ammissibile dopo questi risultati che l' accumolo degli spermatozoi attorno alle ova, sia, come vogliono certuni, fra cui il citato Buller un fenomeno puramente occasionale di contatto, dovuto alla loro molteplicità nel mezzo in cui sono contenute le ova, e alla dimensione di queste.

Che quest' ipotesi fosse già da scartare si può assumere a priori considerando anzitutto che quel caratteristico accumulo degli elementi maschili attorno alle uova, si avvera anche se il mezzo è povero dei detti elementi, ma quando tale considerazione non bastasse, i risultati sperimentali da me citati precedentemente distruggono completamente tale ipotesi. Non si comprenderebbe infatti perchè gli spermatozoi si accumulano attorno alle ova che non hanno subìto l'azione di una temperatura relativamente elevata, mentre si mantengono lontani da quelle esposte a temperature superiori a 50°, pur rimanendone costante il loro numero e le dimensioni delle ova.

A ogni modo per togliere ogni dubbio possibile a favore dell'ipotesi del Buller, io ho praticato un gruppo di esperienze unendo corpuscoli inerti, come polveri di carbone e sabbia, con spermatozoi di Echinus lividus.

IV. SERIE

In questa serie ho adoperate polveri di carbone e sabbia a granuli piuttosto grossi, che ho aggiunto sul coprioggetti alla goccia di sperma diluito in acqua di mare, facendo nelle varie esperienze variare la quantità di spermatozoi contenuti nel liquido fino ad adoperare soluzioni poverissime, ottenute mediante ripetute diluizioni della goccia che chiamerò *madre*. Contemporaneamente ho avuto cura di istituire collo stesso liquido diluito che mi serviva per sperimentare la polvere, delle esperienze di controllo con ova normali dell' Echinus.

I risultati pareva sulle prime, dovessero dar ragione al Buller, poichè nelle miscele ricche di zoospermi, si vedevano questi accumulati attorno ai corpuscoli di sabbia e di carbone. Però osservando attentamente, e confrontando coi preparati di controllo si notava : 1° Che i detti accumoli si avveravano anche attorno a granuli piccolissimi. 2°. Che essi erano di gran lunga meno ricchi di zoospermi che i cumuli attorno alle ova. 3° Che la loro formazione era fugace e non permanente, come in questo ultimo caso. 4° Finalmente che il fenomeno diminuiva di intensità a misura che si impoveriva di zoospermi la miscela, mediante le diluizioni, finchè non si avverava affatto ; mentre era sempre dimostrabile e in maniera evidente trattando le ova normali del Riccio cogli stessi liquidi contenenti minore quantità di zoospermi.

Dopo tali esperienze non mi pare che il BULLER abbia più ragione di sostenere la sua ipotesi, la quale del resto non è formulata in una maniera tanto chiara da escludere che essa col-

leghi il fenomeno alla serie di quelli dovuti a diverso tropismo e precisamente a quello che i biologi chiamano *tigmotropismo*.

Cade quì opportuno di far rilevare che il vero fenomeno dell' attrazione sessuale, nel senso in cui viene obbiettivamente osservato, non consiste semplicemente nell' accumulo degli spermatozoi attorno alle ova, ma presenta altre particolari modalità che gli sono caratteristiche, e delle quali non si deve fare astrazione. Queste modalità consistono, com' è stato testè accennato principalmente nella persistenza degli accumuli, nella loro estensione, la quale comprende attorno all' ovo un' area che talora ha un raggio doppio di quello dell'ovo, nella loro compattezza e nella graduale degradazione verso la periferia, mentre le zone intermedie fra le varie ova sono relativamente povere di filamenti spermatici. È l' insieme di tutti questi caratteri, e non soltanto i semplici accumoli, che hanno indotto gli osservatori ad ammettere nelle ova una proprietà attrattiva sugli spermatozoi, intimamente legata alla fecondazione.

Così che nei risultati dei vari autori che hanno sperimentato in un senso o nell'altro, per escludere o ammettere l' attrazione sessuale, e per assegnarle una causa fisica, chimica o meccanica che agisca come stimolo fisiologico attivo o come agente da cui siano sollecitati passivamente gli elementi maschili, sono appunto da fare le più caute riserve, essendo legittimo dubitare se essi si siano realmente trovati di fronte ad osservazioni perfettamente identiche, nella loro esteriorità obbiettiva, ai fenomeni d'" attrazione sessuale „.

Escluso adunque che l' accumulo degli spermatozoi attorno alle ova si debba unicamente a un semplice contatto nel senso del Buller, resta a indagare quale altra ragione possa intervenire nel fenomeno dell' " attrazione „ dal momento che questa, come s' è visto, non si verifica nelle ova esposte a temperature relativamente alte.

E anzitutto, pur non allontanandomi dai concetti biologici moderni, mi è sembrato indispensabile precisare se il fenomeno

si connetta esclusivamente all' attività del protoplasma vivente, o possa sussistere indipendentemente da questa per effetto dei prodotti del suo metabolismo già preformati.

Per ricavarne eventualmente qualche delucidazione, ho voluto istituire nuove esperienze coi tubetti, come nella prima serie, introducendovi in un gruppo il liquido, ottenuto mediante finissimo pestamento, espressione e decantazione dagli ovari del Riccio, in un altro ova, previamente esposte a varie temperature come nelle esperienze della serie III.

V. Serie

Non avendo nulla di particolare da aggiungere per quanto si riferisce alla tecnica, la quale è stata identica a quella seguita nelle precedenti serie di esperienze, mi occupo dei criteri ai quali mi sono informato e ai relativi risultati.

Le prove del primo gruppo sono state seguite da risultati positivi analoghi a quelli della 1ª serie in cui le ova erano state introdotte integre. In quelle del secondo gruppo, praticate cioè introducendo nei tubetti le ova esposte precedentemente alle identiche temperature provate nelle esperienze fatte direttamente, ho notato, da prima con molta sorpresa, che gli spermatozoi contenuti nella goccia esterna in cui pescava al solito, l' imboccatura dei tubi, penetravano in questi anche quando le ova contenutevi erano state esposte a temperature superiori a 50° C. Per maggiore uniformità di procedimento riscaldai le ova a 75° C. prima e a 100° successivamente, ottenendo uguali risultati positivi. Però notai che i zoospermi malgrado la loro penetrazione nei capillari contenenti ova riscaldate oltre i 50° C, non si disponevano attorno alle ova nei noti cumuli caratteristici, come avveniva nelle ova normali e in quelle riscaldate a temperature inferiori, introdotte nei tubi.

Era quindi evidente che la penetrazione nei capillari non aveva nulla che vedere coi fenomeni di attrazione e che proba-

bilmente non riconosceva l' influenza specifica del contenuto dei tubi.

Per assicurarmi di questa possibilità ho istituito un' altra serie di esperienze.

VI. Serie

1. Ho introdotto dapprima nei capillari soltanto dell' acqua di mare previamente filtrata e ho immerso l' imboccatura nella solita goccia di liquido contenente spermatozoi del Riccio.

Il risultato è stato positivo, in quanto che si è ottenuta una evidente penetrazione degli elementi sessuali entro i tubi capillari.

2. Ho riempito i tubi con acqua distillata, adoperando in seguito lo stesso procedimento.

Il risultato è stato positivo: gli spermatozoi sono penetrati nei tubi; però essendo l' acqua distillata un mezzo nocivo alla loro esistenza, ne sono stati uccisi o per lo meno paralizzati, poco dopo la loro introduzione, cosichè non hanno potuto invadere le parti più alte dei tubi.

3. Tubi riempiti con soluzione concentrata di Cloruro di sodio in acqua distillata.

Penetrazione come nel caso procedente, riuscendo tale soluzione tossica per gli elementi sessuali dell' Echinus.

4. Tubi con soluzione 1 % di acido ossalico.

Risultati come nel caso precedente.

Questi risultati, non volendo generalizzare, provano per lo meno che il metodo dei tubi capillari non è assolutamente adatto allo studio dei fenomeni di attrazione sessuale. Poichè la penetrazione degli spermatozoi nei detti tubi avviene in qualunque condizione, qualunque sia la costituzione chimica e la condizione fisiologica del contenuto, poichè gli zoospermi pur penetrando nei tubetti contenenti ova sovrariscaldate non si accumulano attorno ad esse, poichè essi penetrano indifferentemente nei tubi non solo quando questi contengono sostanze per essi indifferenti

come l' acqua di mare, ma altresì nocive e tossiche come l' acqua distillata, le dosi elevate di cloruro di sodio, e l' acido ossalico, è evidente che la loro penetrazione non è dovuta a un qualsiasi stimolo fisiologico direttivo che abbia attinenza colla funzione fecondativa.

Nello stato attuale di queste ricerche non mi paiono adunque possibili che le seguenti ipotesi per spiegare il mancante accumulo degli spermatozoi attorno alle ova riscaldate oltre i 50° C.

1. Determinandosi per effetto del calore una parziale coagulazione del protoplasma dell' ovo, questa modificazione fisica potrebbe ostacolare meccanicamente la penetrazione del zoosperma, togliendo ogni ragione fisiologica all' attrazione, e rispettivamente agli spermatozoi per accumularsi attorno alle ova.

2. O i detti accumuli sono realmente dovuti a chemotropismo derivante dall' ovo i cui prodotti, agenti da stimoli chimici, vengono a quella temperatura alterati.

3. Ovvero che non si avveri realmente un tropismo sessuale, ma che l' accumulo degli spermatozoi attorno alle ova, e quindi l'apparente attrazione non sia dovuta che a un agglutinamento prodotto da una qualche sostanza vischiosa esistente in quantità inapprezzabile nello strato più periferico dell' ovo, e quindi coagulata o distrutta da temperature superiori.

La prima ipotesi mi pare facile a scartare considerando anzitutto che temperature poco superiori a 50° non producono nel protoplasma coagulazioni o precipitazioni così dense da ostacolare meccanicamente l' introduzione del filamento spermatico.

Ma dato pure che l' alterazione si verifichi, noi possiamo affermare che i due momenti della coniugazione: attrazione e penetrazione, sono anch' essi sino ad un certo punto indipendenti o che in altri termini gli spermatozoi formano i cumuli caratteristici anche attorno a quelle ova, nei quali sicuramente non possono penetrare, come ad esempio attorno alle ova fecondate. Ma poichè si potrebbe obbiettare che tali cumuli osservati at-

torno all' ovo dopo la penetrazione del zoosperma, siano cumuli, residuali determinati prima della penetrazione, ho istituito le seguenti esperienze.

VII. Serie

I. Gruppo

Agitando alquanto un' acqua di mare ova di E. lividus che presumevo molto verosimilmente fecondate, riuscivo a liberarli quasi completamente dei zoospermi che vi erano aderenti. Aggiungendo alle ova così preparate, nuovo liquido spermatico, notavo evidentissimo il fenomeno dell' attrazione e dei cumuli attorno a tali ova.

II. Gruppo

Ova di E. lividus fecondate e in via di segmentazione. Aggiunta di liquido spermatico come sopra.

Risultato positivo evidente: attorno alle ova che si trovano nelle prime fasi della segmentazione cioè a 2, 4, 8 blastomeri, gli spermatozoi si accumulano come attorno alle ova normali non fecondate.

Dopo tali esperienze mi pare sufficientemente dimostrato che l' « attrazione sessuale » è indipendente dalla penetrazione dello spermatozoo nell' ovo e quindi la prima ipotesi per spiegare la mancante attrazione in ova soprariscaldate è destituita di fondamento.

Occorre adunque esaminare la 2ª quistione se cioè tale attrazione sia dovuta a sostanze emananti dall' ovo ed esercitanti uno stimolo chimico, o in altri termini, se trattasi proprio di un caso di chemotropismo sessuale, come ammette la generalità dei biologi da Pfeffer in poi.

Certamente l' ipotesi non manca di avere il suo addentellato sperimentale d' indole generale, per quanto ci siano ignoti i cambiamenti chimici che possono per avventura verificarsi nel

protoplasma ovulare per effetto della temperatura. Noi sappiamo per esempio che a temperature superiori a 60° C. le lecitine del tuorlo si sdoppiano. Si potrebbe quindi dedurre che altri sdoppiamenti o sintesi si determinino a noi sconosciuti, per effetto dei quali cambiando struttura la sostanza protoplasmatica, verrebbe meno l'azione chemotropica di esse.

Per delucidare possibilmente questo quesito, ho voluto studiare il problema non meno importante dell'attrazione specifica cioè di quell'influenza che, secondo la generalità dei biologi, ogni ovo spiegherebbe per attrarre soltanto lo spermatozoo della stessa specie; ho creduto quindi utile istituire una nuova serie di esperienze. Con queste ho cercato anzitutto di constatare se fosse realmente vero che gli spermatozoi si accumulassero soltanto attorno alle ova della stessa specie, o si trattasse piuttosto di uno dei soliti preconcetti scientifici, di cui il Verworn, sul proposito, nel passo precedentemente citato, ci dà un esempio dimostrativo.

Esperienze

Per questo scopo ho incrociato sperimentalmente ova e spermatozoi di animali diversi, cominciando prima con elementi sessuali provenienti da individui di specie diversa poi da individui di diverso genere, classi, ordini e tipi, avendo cura di mettere i detti elementi nelle identiche condizioni naturali di mezzo: avvalendomi cioè di animali marini.

Nella tecnica ho avuto cura di assicurarmi della perfetta vitalità dei prodotti sessuali sia coll'osservazione diretta, sia coi campioni di controllo nei quali seguivo il fenomeno di fecondazione e di segmentazione; non solo, ma ho anche istituito delle esperienze comparative per quando si riferiva all'entità dell'attrazione, mescendo il liquido spermatico sia con ova dello individuo diverso, sia con quello di individui della stessa specie. Questa pratica usavo sia in preparati separati, sia sullo stesso preparato, cosichè non poteva rimanere dubbio. 1° Che gli elementi

sessuali fossero vivi ed attivi. 2° Che il contenuto dei liquidi spermatici fosse nei due casi quantitativamente identico. 3° Che il paragone fra il prodotto normale e quello incrociato fosse contemporaneo e perfettamente obbiettivo.

Queste precauzioni mi sono sembrate indispensabili non solo per l'esattezza e la scrupolosità dei risultati, ma ancora per evitare che nelle mie osservazioni e deduzioni si infiltrasse quella suggestione, dalla quale pur troppo non pochi osservatori sembra siano stati trascinati in ricerche di questo genere.

VIII. Serie

I. Gruppo

Ova di *Echinus microtubere*. Spermatozoi di *E. lividus*.

Lo sperma di *E. lividus* diluito al solito in acqua di mare viene aggiunto sul porta oggetti a una goccia contenente ova di *E. microtuberculatus*, e in altro vetro a una goccia con ova dello stesso E lividus.

Il risultato dell' esperienza è positivo e abbastanza evidente come del resto era a presumersi, visto la naturale possibilità di incrociamenti fecondativi e generativi fra individui di specie differente. Gli spermatozoi si aggruppano attorno alle ova costituendo quei cumoli tanto caratteristici. Questo gruppo di esperienze viene anche invertito nel senso che vengono successivamente incrociati gli spermatozoi dell' Echinus tuberculatus colle ova dell'E. lividus ottenendone gli stessi risultati positivi.

II. Gruppo

Uova di *Echinus lividus* e spermatozoi di *Asterias glacialis*

In una prima esperienza vengono messi insieme ova di E. lividus e sperma di *Asterias glacialis*, e contemporaneamente è preparato il solito campione di controllo con ova e spermatozoi di Echinus.

Il risultato è positivo ed evidente anche in questi elementi sessuali incrociati, appartenenti a individui di differenti classi: si notano gli accumuli di spermatozoi attorno alle ova come nel campione contenente ova e spermatozoi di Echino.

L'esperienza reciproca con ova di Asterias e spermatozoi di Echinus si esegue contemporaneamente a quella di controllo, essendo facile a distinguere le ova di Echino da quelle di Asterias, per il maggior diametro di queste. Viene quindi fatta una miscela delle due sorta di ova, e vi si aggiunge sperma diluito di Echino.

I risultati che si hanno contemporaneamente sott' occhio non lasciano distinguere differenze sostanziali. Come nei casi precedenti, gli spermatozoi di Echino si accumulano attorno alle ova di Asterias nella stessa guisa che si addensano attorno a quelle dello stesso individuo.

III. Gruppo

Ova di *Echinus* e spermatozoi di *Ophyuris*

Questo gruppo di esperienze è stato condotto come il precedente, e mi risparmio quindi dal riferirne i particolari: lo sperma di Ophyuris viene aggiunto alle ova di Echinus e si hanno analoghi risultati positivi evidenti, in quanto che gli spermatozoi di Ofiuride fanno densi accumuli attorno alle ova di Echino.

Per mancanza di materiale non ho potuto eseguire il gruppo di esperienze reciproche cioè con spermatozoi di Echino e ova di Ofiuride.

IV. Gruppo

Ova di *Echinus* e spermatozoi di *Sepia offic.*

Da questo gruppo in poi ho assunto i prodotti sessuali da differenti tipi animali marini, incominciando a incrociare le ova di *Echinus* cogli spermatozoi della *Sepia officinalis.*

Ed anche qui, nelle numerosissime prove ripetute il risultato è stato positivo.

E poichè gli spermatozoi di *Sepia* sono facilmente distinguibili da quelli dell' *Echinus* ho voluto in alcuni preparati fare un miscuglio delle due sorta di sperma e aggiungere tale miscuglio alle ova di Echino. I cumuli che si sono subito formati attorno alle ova erano molto densi e costituiti in proporzioni talmente abbondanti delle due sorta di zoospermi, da non potere assolutamente dire quali di essi prevalesse numericamente.

Anche qui non ho potuto eseguire l' esperienza reciproca per l' eccessiva dimensione delle ova di *Sepia* la quale non mi permetteva di seguire l' esperimento al microscopio.

V. Gruppo

Le esperienze seguenti sono state eseguite mettendo insieme i prodotti sessuali di alcuni pesci con quelli dell' *Echinus lividus*. Devo però far notare che la difficoltà di procurarmi dal mercato pesci vivi o pescati da recente, quantunque mi abbia condotto a fare molteplici esperimenti, tuttavia solo in tre mi ha fatto riscontrare gli elementi sessuali vivi.

In uno di questi esperimenti ho riunito lo sperma di *Engraulisencrasicholus* i cui elementi erano vivacissimi, colle ova dell' Echinus.

Il risultato è stato positivo, poichè attorno a tali ova ho potuto notare i caratteristici cumuli di spermatozoi dell' *Engraulis*.

Nei due altri esperimenti mi sono valso rispettivamente delle ova di *Mugil cephalus* e *Crenilabrus pavo* tratte da individui che mi erano stati portati al laboratorio quasi vivi. Ho prescelto le ova più piccole perchè fossero accessibili allo esame microscopico e vi ho aggiunto lo sperma dell' Echinus.

Anche in queste due esperienze ho avuto risultato positivo poichè ho potuto notare attorno alle dette ova cumuli molto ricchi di spermatozoi.

Ma in queste due esperienze sono i cumuli, per la loro origine, da assimilare a quelli che si formano attorno alle ova dell' E. lividus? Certamente i loro caratteri non lasciano a vedere alcuna dissomiglianza, ma sulla loro origine non può assolutamente concludersi che sia identica a quella dei casi precedenti. Infatti, data la forma e la dimensione delle ova, i detti accumuli potrebbero aver quella causa puramente fisica di attrazione molecolare accennata dall' Herrera e che io stesso ho potuto constatare con alcuni esperimenti molto dimostrativi eseguiti mettendo insieme ova di Rana e spermatozoi di Echinus uccisi col calore.

Anche in questo caso in cui nessuna causa di attrazione può venire invocata sugli spermatozoi morti, ho ottenuto attorno alle ova dei cumuli di questi, sebbene non molto ricchi, cumuli i quali non possono spiegarsi diversamente se non ammettendo che l'ovo per la sua dimensione e la sua forma sferica eserciti sui piccoli spermatozoi sospesi nel liquido un' attrazione d' indole fisica analoga alle attrazioni molecolari.

Cosichè non si può assegnare un valore decisivo, positivo o negativo, ai risultati di queste due ultime esperienze.

Ma dalle altre esperienze di incrociamento risulta evidente che l' « attrazione » degli spermatozoi verso le ova e i relativi cumuli, si verificano anche quando gli elementi dei due sessi non solo appartengono a generi diversi, ma a diverse classi e diversi tipi, e come sia una semplice presunzione il ritenere che ogni spermatozoo sia attratto dall' ovo della stessa specie. L' invocare poi, come fa il Verworn, l'argomento delle « innumerevoli masse di spermatozoi di animali differenti che popolano il mare » per sostenere che « ogni specie trovi il suo ovulo corrispondente » infirma anzichè rafforzare il concetto dell' attrazione specifica.

Dato infatti che realmente esista nel mare questa grande promiscuità di innumerevoli masse di spermatozoi di differenti specie, sarebbe strano l'ammettere che per ogni ovo esistesse per lo meno *una* sostanza specifica capace di agire sullo spermatozoo

della stessa specie come una calamita sulla limatura di ferro commista ad altre polveri, prelevandolo dalla promiscuità, senza subire influenze minoratrici dalla distanza, dalla diluizione del mezzo, e dall' incontro delle analoghe sostanze emananti dalle ova delle altre specie. Nè d'altro canto sarebbe giustificata l'enorme dispersione di prodotti sessuali che avviene per ogni animale in confronto a quelli che realmente vengono fecondati e si sviluppano.

Pare invece più leggittimo l' ammettere che, anche quando sussista una causa generale che solleciti indistintamente tutti gli spermatozoi verso le ova, a qualunque specie appartengano, manchi invece quella causa specifica che attragga la specie verso la specie, e che l' incontro degli elementi della stessa specie sia nella generalità affidato al caso, agevolato dalla comunanza del mezzo, dalla vicina convivenza degli animali della stessa specie, e dal numero straordinariamente grande di elementi sessuali di cui la natura, indipendentemente dalla prolificità, ha fornito tali animali. Tanto più verosimile appare questa deduzione, in quanto che ha riscontro di analogia nel regno vegetale, come per es. nell' impollinazione delle piante anemofile.

L' indole stessa della fecondazione nelle varie specie animali in rapporto alla quantità dei prodotti sessuali, ci fa presumere che l' attrazione specifica non è conciliabile colle modalità fisiologiche dei vari casi. Così troviamo in generale assai più abbondante la produzione e più frequente la emissione dei prodotti sessuali in quelle specie che si riproducono per fecondazione esterna, in confronto a quelle in cui questa funzione si compie nell' interno dell' organismo. Qual' altra ragione adunque può fare variare nei due casi la produzione degli elementi riproduttori, se non la più facile o più difficile dispersione nell' ambiente, poichè la prolificità non può in tutti i casi venire invocata? Non pare adunque logico *a priori* l' ammettere nelle ova la presenza di sostanze capaci di attrarre soltanto gli spermatozoi della stessa specie, essendo questa una condizione che

impedirebbe o per lo meno limiterebbe grandemente la dispersione di tanta quantità di prodotti sessuali, e quindi non renderebbe ragione della loro esuberante produzione.

Per i precedenti esperimenti e per gli argomenti testè esposti, la pretesa attrazione esercitata dalle ova sugli spermatozoi della stessa specie non ha ragione di sussistere, e non sussiste nel fatto. Per quanto io ho constatato nei vari esperimenti, gli spermatozoi si accumulano indifferentemente attorno a ova di specie diverse. Molto probabilmente la differenziazione specifica si manifesta nell' impossibilità che avrebbe lo spermatozoo di differente specie a penetrare entro l' ovo o a fecondarlo determinandone la segmentazione.

Con ciò non è però risoluta la questione dell' attrazione sessuale nella sua espressione generale, cioè l'indagine della causa che determina gli accumuli degli spermatozoi attorno alle ova in genere, comprese quelle di specie differente.

Prendendo le mosse dalle esperienze eseguite mediante lo aumento di temperatura, noi abbiamo potuto escludere l' intervento d' una modificazione fisica la quale impedendo la penetrazione del zoosperma, tolga eventualmente il movente per la attrazione; ma rimane ancora a discutere la 2ª ipotesi cioè la possibilità di un' influenza perturbatrice della temperatura sulle eventuali sostanze chimiche agenti come stimoli, e la 3ª relativa anch' essa all' azione perturbatrice del calore su una sostanza agglutinatrice degli spermatozoi la quale potrebbe avvolgere l' ovo esternamente, e determinare quindi l' apparenza di fenomeno attrattivo a un fenomeno puramente meccanico.

Per tentare di chiarire queste due ipotesi ho istituito una nuova serie di esperienze tendenti ad ottenere la morte del protoplasma ovulare senza indurvi presumibilmente alterazioni chimiche, e studiando quindi il comportamento degli spermatozoi quando venivano messe a contatto coll' ovo così influenzato.

Per tale scopo mi sono servito della corrente elettrica costante ottenuta da un grande elemento Grenet, misurabile con

un sensibile milliamperometro e graduabile con reostato metallico.

IX. Serie

Adoperando correnti debolissime di 1-1$^1/_2$ *MA* sono riuscito ad uccidere le ova, assumendo come criterio di controllo per la loro morte la contemporanea morte degli spermatozoi trattati colla stessa intensità di corrente, e l' incapacità delle dette ova ad essere fecondate e a segmentarsi.

Poichè l' aggiunta dello sperma al liquido (acqua di mare) in cui si trovavano le ova già sottoposte a questo trattamento, determinava la morte istantanea degli elementi maschili, ho ricambiato l' acqua lavando parecchie volte le ova in nuovo liquido. Dopo tale pratica ho notato che gli spermatozoi si aggruppavano immediatamente attorno alle ova uccise colla corrente, come attorno alle ova normali.

Per effetto della corrente le ova subivano delle modificazioni fisiche visibili, consistenti principalmente nel loro rigonfiamento e nel rischiaramento del protoplasma che poteva determinarsi o soltanto alla periferia o in tutto l' ovo.

Ma poichè, ad onta della circospezione spiegata per eliminare l' influenza elettrolitica della corrente (alternandola rapidamente con opportuno invertitore) non riuscivo completamente nello intento, ed ottenevo dopo l' applicazione della corrente un liquido nocivo alla vitalità degli elementi maschili, era presumibile che l' azione elettrolitica sebbene diminuita non fosse completamente eliminata, e che quindi le scomposizioni che avvenivano nell' acqua contenente le ova si avveravano presumibilmente nel protoplasma di questo.

Sebbene adunque non sia sicuro di essere riuscito allo scopo di uccidere il protoplasma senza indurvi alterazioni chimiche, tuttavia i risultati di queste esperienze hanno un valore non trascurabile.

Nelle ova, infatti, sottoposte a tale trattamento, essendo il protoplasma morto, l' accumulo degli spermatozoi non poteva

evidentemente attribuirsi all'azione chemiotropica dei prodotti metabolici in formazione, nè a quella dei prodotti preformati e residuali, i quali anche quando non fossero influenzati direttamente dalla azione chimica elettrolitica della corrente, dovevano tuttavia trovarsi nell'uovo in associazione a quegli stessi prodotti della decomposizione elettrolitica che avevano reso l'acqua di mare, attraversata dalla corrente elettrica, letale per gli spermatozoi. Quell'eventuale azione chemiotropica positiva di tali sostanze residuali doveva necessariamente esser controbilanciata dall'azione negativa, letale, dei prodotti elettrolitici.

L'ipotesi adunque che l'accumulo degli spermatozoi attorno alle ova fosse il portato d'un'azione chemiotropica, perdeva per effetto di quest'altra serie di esperienze nuovo terreno.

Ma poichè, volendo sottilizzare, si potrebbe obbiettare che la decomposizione elettrolitica del protoplasma, quantunque ovvia ad ammettere, non era tuttavia provata direttamente, come lo erano la sua morte e le sue alterazioni fisiche, e le modificazioni fisiologiche del liquido contenente le dette ova, ho voluto intraprendere un'altra serie di esperienze tendenti appunto ad alterare chimicamente il protoplasma ovulare non solo, ma a renderlo altresì tossico per gli spermatozoi.

X. Serie

Per tale scopo ho trattato le ova del Riccio con soluzioni di bicloruro di mercurio adoperando concentrazioni di liquido diverse, e variando la durata di permanenza delle ova in esse.

I. Gruppo

In un primo gruppo ho aggiunto una goccia di soluzione satura di sublimato corrosivo a 20 goccie d'acqua, venendo così ad ottenere una diluizione di circa 3,35 $^0/_{00}$, abbastanza concentrata, come si vede, per uccidere i microrganismi e le spore più

resistenti. In questa soluzione ho mantenuto le ova per 10 minuti, dopo il qual tempo le ho rimosse, aspirando cautamente il liquido e sostituendolo ripetute volte con acqua di mare. Quando mi sono assicurato che quest'acqua addizionale non uccideva gli spermatozoi, ho messo insieme le ova così trattate, e lo sperma normale del Riccio diluito come al solito.

Il risultato positivo è stato di un'evidenza indiscutibile: gli spermatozoi hanno formato immediatamente attorno alle ova i cumuli tanto caratteristici.

II. Gruppo

In questo gruppo di esperienze ho prolungato la durata di permanenza delle ova nella stessa soluzione mercurica per mezz'ora, dopo il qual tempo ho dovuto eseguire un lavaggio assai più abbondante e ripetuto delle ova, prima di ottenere un liquido innocuo per gli spermatozoi.

L'aggiunta dello sperma diluito, alle ova così trattate, ha mostrato chiaramente la formazione dei soliti accumuli degli elementi maschili attorno alle ova; non solo, ma l'esperimento è valso a dare la misura della rapidità con cui il fenomeno si determina, poichè quando si va ad esaminare il preparato, dopo l'aggiunta dello sperma, per quanta sollecitudine si spieghi nella manipolazione, si riscontrano i noti cumuli già formati e gli spermatozoi morti.

III. Gruppo

Ho voluto finalmente trattare le ova con soluzione satura di sublimato, lasciandovele per dieci minuti, dopo il qual tempo ho eseguito al solito un lavaggio esauriente sino ad ottenere una acqua innocua per gli spermatozoi.

L'aggiunta di questi alle ova non determina accumuli di sorta: gli spermatozoi permangono per un certo tempo vivaci, ma poi perdono ogni mobilità.

Le modificazioni fisiche sono nei tre gruppi di esperienze, comuni; variano solo nel grado. Esse consistono principalmente nell'opacità acquistata dal protoplasma, che già ad occhio nudo si rivela come un imbianchimento delle ova, modificazione del resto notissima nelle pratiche di fissazione al sublimato, usate per la tecnica istologica, e dovute alla coagulazione degli albuminoidi con formazione di composti organici del mercurio.

Per tali esperienze nelle quali il protoplasma dell'ovo non soltanto perde ogni attività vitale, ma si trasforma chimicamente in un composto letale per gli spermatozoi, mi pare ovvio concludere che nè i prodotti di un metabolismo che più non sussiste, nè quelli eventualmente preesistenti, possono essere invocati come cause stimolanti degli accumuli degli spermatozoi attorno alle ova. Ancora qui militano, e più potentemente, le considerazioni fatte a proposito delle ova sottoposte all' influenza della corrente costante, e l' unica obbiezione possibile relativa all' eventualità che il sublimato pur uccidendo il protoplasma, arrestandone il metabolismo, e inducendovi notevoli alterazioni chimiche, non alteri le sostanze chemiotropiche residuate dai processi metabolici originati prima della morte, cade di fronte alla contemporanea tossicità assunta dal protoplasma in queste condizioni. Poichè, dato pure che queste sostanze chemiotropiche residuali non vengano alterate dal sublimato, è evidente che la loro azione fisiologica « attrattiva » deve venire neutralizzata dall' azione per dir così, repulsiva di quel veleno contenuto nel protoplasma, azione, la quale abbiamo visto determinare la morte degli spermatozoi, poco dopo che questi si sono accumulati attorno alle ova.

Se adunque da un canto è dimostrato insussistente, il chemotropismo specifico soltanto fra prodotti sessuali della stessa specie, se dall' altro le manovre atte a produrre la morte del protoplasma, la sua alterazione chimica e la sua tossicità, entro certi limiti, non impediscono gli accumuli degli spermatozoi attorno alle ova in genere, la dottrina del chemotropismo ses-

suale non si può dire per lo meno confortata dall' esperienza dei fatti.

Resterebbe a ricercare allora la cagione per la quale gli spermatozoi si accumulano attorno alle ova, e l' ipotesi più naturale mi parrebbe in questo caso che il fenomeno sia dovuto a un agglutinamento dei filamenti spermatici attorno all' ovo, determinato da una sostanza attaccaticcia che lo ricopra esternamente, o dalla proprietà *adesiva* dello strato periferico.

Quest' ipotesi spiegherebbe anche la mancanza di accumuli attorno alle ova trattate con soluzione satura di sublimato, essendo verosimile che la soluzione così concentrata alteri fisicamente lo strato periferico dell' ovo sino a impedire l' agglutinamento degli spermatozoi.

Tuttavia per tentare di comprovare tale ipotesi io ho eseguito due ordini di esperienze, valendomi di ova di Riccio rese sperimentalmente col calore o la soluz. satura di sublimato, incapaci di « attrarre » gli spermatozoi. Ho immerso queste ova rispettivamente in albume d'ovo e in muco faringeo, allungati con acqua di mare, lasciandovele per circa un' ora, dopo il qual tempo li ho tratti dai liquidi, e vi ho aggiunto, come al solito, lo sperma diluito dello stesso animale.

Ho notato attorno alle ova che avevano soggiornato nell'albume dei ricchi cumuli di zoospermi vivacissimi, però tali cumuli non erano permanenti, in quanto che dopo un certo tempo si diradavano. Viceversa, attorno alle ova uccise colla soluzione satura di sublimato e trattate quindi col muco, si formavano cumuli quasi ugualmente ricchi come nelle ova normali, e permanenti.

Se adunque ova incapaci di « attrarre » gli spermatozoi, e quindi prive delle presunte sostanze chemiotropiche interne, diventano capaci di attrazione con una manovra artificiale che ne modifica soltanto lo strato esterno fisicamente, è logico ammettere che il chemotropismo, quale fattore dei noti cumuli degli spermatozoi attorno alle ova, non sussista nel fatto.

Tuttavia io non voglio ammettere a queste esperienze un

valore decisivo per spiegare quei cumuli di spermatozoi attorno alle ova, che hanno tanto fissato l' attenzione dei biologi inducendoli ad ascriverli a una « forza di attrazione » concretata in questi ultimi tempi sotto forma di stimolo chemiotropico esercitato da speciali sostanze contenute del protoplasma dell' ovo. Mi limito solo a rilevare che tutti questi risultati non depongono in favore di questa dottrina del *chemotropismo sessuale*, e che molto verosimilmente gli accumuli di spermatozoi attorno alle ova della stessa e di diversa specie, e quindi l' apparente « attrazione » esercitata dall' elemento femminile, non rappresentino che il prodotto della proprietà agglutinatrice degli elementi dei due sessi la quale si intensificherebbe col contatto dei due elementi viventi.

Riassunto dei risultati

Facendo astrazione da ogni apprezzamento, mi pare opportuno riassumere i risultati delle ricerche fatte:

1. Il metodo dei tubi capillari, già adoperato dal Pfeffer pei prodotti sessuali di alcune piante, applicato ad analoghe indagini sugli animali, non dà alcun affidamento. Esso è fallace in quanto che non fornisce un criterio sicuro per asserire che gli spermatozoi obbediscano a stimoli emananti dalle sostanze contenute nei capillari, seguendo soltanto quella direzione per penetrarvi. Dalle esperienze fatte con sostanze presumibilmente chemiotropiche, indifferenti e nocive, risulta invece che gli spermatozoi animali agitandosi in tutte le direzioni, pervengono accidentalmente entro i tubi capillari.

2. Gli spermatozoi dell' *Echinus lividus*, e probabilmente di altre specie animali, fuoriescono ed entrano indifferentemente dei tubi capillari disposti verticalmente, e fecondano le ova collocate rispettivamente all' interno e all' esterno.

3. Il previo riscaldamento delle ove di *E. l.* a temperature superiori a 50° C. circa impedisce l' « attrazione » degli spermatozoi.

4. Il riscaldamento a temperature superiori a 33° C. e inferiore a 50°. C. mantiene nelle ova la capacità di « attrarre » gli spermatozoi, ma le rende incapaci di essere fecondate.

5. Le ova immature con grossa vescicola germinativa, attraggono gli spermatozoi allo stesso modo che le ova mature.

6. L' ovo già fecondato, e quindi provvisto di membrana esterna, attrae gli spermatozoi come l' ovo non fecondato.

7. Nell' unione incrociata dei prodotti sessuali di *Echinus lividus*, *Asterias glacialis*, *Ophyuris* , *Sepia officinalis*, *Engraulis encrasicholus*, *Mugil cefalus*, *Crenilabrus pavo*, l' attrazione e l' accumulo degli spermatozoi attorno alle ova si esercita come fra gli elementi della stessa specie.

8. La corrente galvanica debole mentre uccide il protoplasma ovulare, non impedisce l' accumulo degli spermatozoi attorno alle ova.

9. Le ova di Riccio trattate per 10-30 minuti con soluzione di bicloruro di mercurio al 3 $^0/_{00}$ e lavate accuratamente attraggono gli spermatozoi come le ova normali.

10. Le ova predette trattate con soluzione satura di bicloruro di mercurio per 10 minuti perdono il potere di attrarre gli spermatozoi.

11. Le ova che in seguito ai superiori trattamenti hanno perduto il potere di attrarre gli spermatozoi, lo riacquistano se vengono tenuti per circa un' ora in muco diluito con acqua di mare.

CONCLUSIONI

Da questi risultati sperimentali, io credo si possano trarre le seguenti conclusioni.

I. Gli spermatozoi di *E. lividus* non risentono come stimolo direttivo l' influenza della gravità : essi non sono cioè barotropici.

II. L' « attrazione sessuale » è indipendente dalla capacità dell' ovo a lasciarsi penetrare dallo spermatozoo.

III. Essa è altresì indipendente dalla maturazione dell'ovo e dalla sua fecondabilità, cioè dall'attitudine a segmentarsi.

IV. A prescindere dalla causa dell'attrazione sessuale, è erronea la credenza di un'attrazione specifica, determinante lo accumulo degli spermatozoi soltanto attorno alle ova della stessa specie.

V. Gli esperimenti non confermano l'opinione di un chemotropismo sessuale d'indole generale: per essi pare invece più verosimile l'ammettere che gli spermatozoi si accumulano attorno alle ova per una proprietà adesiva dello strato periferico di queste, resa più efficace dal potere agglutinante degli spermatozoi.

E quindi per non pregiudicare il concetto sull'indole e sulla causa del fenomeno sarebbe opportuno sopprimere le espressioni di « chemotropismo », e « attrazione sessuale » sostituendole con altra che caratterizzi il fenomeno dal lato puramente obbiettivo, come p. es. « coniugazione germinale. »

S. SCALIA

I fossili postpliocenici di Salustro, presso Motta S. Anastasia.

Mentre i varî depositi postpliocenici che compariscono qua e là in mezzo ai terreni vulcanici che si estendono a Nord-Est della città di Catania sono stati da lungo tempo oggetto di studio da parte di molti geologi e paleontologi italiani e stranieri, la vasta formazione di argille che si estende ad Ovest della città fin presso Paternò è rimasta quasi inesplorata, almeno dal punto di vista paleontologico.

Tolto infatti un elenco di 13 specie rinvenute da Interlandi alla Fossa della Creta (1), altre 30 enumerate dal prof. B. Gravina (2) di varie località delle Terreforti, non abbiamo di questa contrada che degli accenni un po' vaghi in alcune memorie del Prof. C. Gemmellaro (3) ed una *Relazione geognostica* del Prof. Sciuto-Patti (4), nella quale sono compendiate le poche notizie geologiche che si avevano sui vari depositi di questa fertile regione.

---

(1) P. Interlandi — *Memoria sopra il terreno terziario della Fossa della Creta e sue adiacenze presso Catania* (Atti d. Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania. Tomo XIII. 1839).

(2) B. Gravina — *Note sur les terrains tertiaires et quaternaires des environs de Catane* (Boll. d. Soc. Geo. de France, sér. 2e ; vol. XV, 1858).

(3) C. Gemmellaro — *Condizioni geologiche del tratto terrestre dell' Etna* (Atti d. Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania, T. I.) — *Cenno geologico sul terreno della Piana di Catania* (Ibidem, vol. XIII) — *Sulla costituzione fisica dell' Etna* (Ibidem. ser 2a. vol. III). — *Saggio di storia fisica di Catania* (Ibidem, ser. 2a vol. V.) — *Vulcanologia dell' Etna* (Ibidem. ser. 2a, vol. XIV) — *Elementi di Geologia*. pag. 132., Catania. 1840., ecc.

(4) C. Sciuto Patti — *Relazione geognostica delle colline delle Terreforti, ecc.* (Atti d. Acc. Gioenia di Sc. Nat. ser. 2a, vol. XII). 1856.

Anche più tardi Lyell (1), Waltershausen (2) ed altri autori hanno parlato incidentalmente delle argille delle Terreforti, che stratigraficamente sono state sempre associate ai ben noti depositi fossiliferi di Cibali, di Catira e di Nizzeti; fino ad ora però non si conosceva di questa contrada una località molto fossilifera la cui fauna potesse mettersi a raffronto con quelle abbastanza ricche degli altri depositi postpliocenici sub-etnei, già da tempo conosciuti, e dei quali mi sono occupato in vari lavori pubblicati negli Atti di questa Accademia (3).

La nuova località fossilifera dalla quale provengono le specie più avanti enumerate mi venne indicata dal sig. O. De Fiore che ne ebbe notizia dai signori Monaco, nella cui proprietà sita in contrada Salustro, a trecento metri circa ad Ovest del Cimitero di Motta S. Anastasia, i fossili si trovano in grande abbondanza sul pendio settentrionale di una collinetta argillosa, elevata di 280 metri sul livello del mare.

In questa località, come negli altri depositi del Postpliocene sub-etneo, le argille azzurre, quasi pure, che stanno in basso, sono molto povere di fossili, i quali si trovano invece in abbondanza nelle argille superiori, giallastre e sabbiose che contengono anche dei ciottolini di arenarie, di quarziti e di varie rocce cristalline. Nella formazione argillosa di Salustro non ho riscontrato lenti di sabbie vulcaniche, ciottoli di basalto, cristallini isolati di augite o frammenti di altri elementi vulcanici che si trovano frequentemente nei depositi di Nizzeti, Catira, S. Paolo, etc. Superior-

(1) CH. LYELL — *Principles of geology*. Varie edizioni.

» — *On the Structure of Lavas with Remarks on the Mode of Origin of Mount Etna*, etc. (Phil. Trans. for 1858, Bd. 148, P. II).

(2) S. VON WALTERSHAUSEN. — *Der Aetna*, vol. II, pag. 33-39, Leipzig. 1880.

(3) S. SCALIA — *Revisione della fauna post-pliocenica dell' argilla di Nizzeti, presso Aci-Castello (Catania)* Atti d. Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania, ser. 4ª, vol. XIII, 1900). — *Il Post- pliocene del Poggio di Cibali e di Catira, presso Catania* (Ibidem, ser. 4ª, vol. XIV, 1901). — *Sopra una nuova località fossilifera del Post-pliocene sub-etneo* (Ibidem, ser. 4ª, vol. XIV, 1901). — *Sul Pliocene e il Post-pliocene di Cannizzaro* (Boll. d. Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania, fasc. LXXII, febbraio. 1902).

mente agli strati fossiliferi, che formano come una lente, si notano degli straterelli di sabbie giallastre zeppi di piccole valve di *Mactra subtruncata*, Montg. sp., e più in alto le argille, sempre più sabbiose, passano a sabbie giallastre, sulle quali riposa il conglomerato che si estende sopra una vasta zona delle Terreforti.

Dall'elenco che segue risulta che le specie da me rinvenute nella contrada Salustro ascendono a 154, delle quali solo cinque non sono conosciute viventi: *Chlamys sub-clavata*, Cantr. sp., *Dentalium Philippii*, Montrs., *Turritella tricarinata*, Br. sp., var. *plio-recens*, Montrs., *Buccinum striatum*, Ph., *Nassa crasse-sculpta*, Brugn. sp. Queste specie si riscontrano anche negli altri depositi postpliocenici sub-etnei.

Questa fauna che per il modo di aggregazione dei generi e delle specie, per la freschezza delle conchiglie, le quali spesso mostrano ancora vivi i colori, e per l'esiguo numero di specie non conosciute viventi, mostra le più grandi affinità con quelle di Nizzeti, Cibali, Catira e S. Paolo, non lascia alcun dubbio sul riferimento di questo nuovo deposito fossilifero ad un orizzonte molto elevato del Postpliocene marino o piano SICILIANO del Doderlein, al quale appartengono gli altri depositi argillosi sub-etnei.

Elenco delle specie fossili raccolte a Salustro.

ANTHOZOA

1. *Lophohelia Defrancei*, Ed. et H. — Quattro esemplari.

2. *Caryophyllia clavus*, Scacchi — Rara. Fossile anche a Cannizzaro, a Catira e a Nizzeti.

3. *Cladocora caespitosa*, L. sp. — Rara (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

ECHINODERMATA

4. *Amphiura squamata*, Sars. — Un bello esemplare, (viv. Lt. L.) Debbo la determinazione di questa specie, trovata dal Sig. De Fiore in un

tubo di *Vermetus gigas*, Biv., alla gentilezza del Chiarissimo Prof. A. Russo, al quale rendo qui vivissime grazie.

5. *Cidaris sp.* — Un frammento di radiolo.

VERMES

6. *Serpula vermicularis*, L. — Rara (viv. z. Lt.). Fossile anche a Catira e a Nizzeti.

7. *Vermilia sp.* — Rara.

* 8. *Ditrupa arietina*, Müll. — Frequente (viv. z. Lt. L.) Abbonda nei depositi di Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo, Vena e Fossa della Creta (Collez. Aradas).

9. *Pomatoceros triqueter*, L. sp. — Rara (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

10. *Protula protula*, Cuv. sp. — Frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Catira, a Nizzeti e a S. Paolo.

11. *Retepora cellulosa*, L. — Un bello esemplare (viv. z. Lt.)

MOLLUSCA

Lamellibranchiata

12. *Chlamys opercularis*, L. sp. — Frequente (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Vena.

* 13. *Chlamys inflexa*, Poli sp.—Una valva ben conservata (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e Motta S. Anastasia (Collez. Grav.).

+ 14. *Chlamys subelavata*, Cantr. sp. — Una valva rotta. Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

15. *Pecten Jacobaeus*, L. sp. — Piccole valve, (viv. z. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Vena.

16. *Lima (Radula) squamosa*, Lamk. — Una valva rotta (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

17. *Anomia ephyppium*, L. — Due belle valve (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

18. *Placunanomia patelliformis*, L. sp. — Varie valve (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

---

* Le specie precedute da un * sono state indicate dal Prof. B. Gravina (Op. cit., pag. 418-421) per le Terreforti, senza precisarne le località dove furono rinvenute. Quelle precedute da una + non sono conosciute viventi.

19. *Placunanomia striata*, Br. sp. — Frequente (viv. z. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

20. *Ostrea sp.* — Valve indeterminabili.

* 21. » (*Gryphaea*) *cochlear*, Poli — Una valva rotta (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e M. Cardillo (Grav.).

* 22. *Nucula nucleus*, L. sp. — Varie valve (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

23. *Nuenla sulcata*, Bronn. — Abbastanza frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

24. *Leda* (*Lembulus*) *pella*, L. sp. — Una sola valva (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

25. *Arca* (*Anadara*) *Polii*, Mayer. — Una valva (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Nizzeti e S. Paolo.

26. *Pectunculus insubricus*, Br. sp. — Due valve (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

27. *Pectunculus bimaculatus*. Poli sp. — Una valva (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Vallone di S. Biagio (Grav.).

28. *Venericardia sulcata*, Brug. sp. — Una sola valva (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti.

29. *Astarte fusca*, Poli sp. — Una piccola valva (viv z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira e Nizzeti.

30. *Astarte sulcata*, Da Costa sp. — Rara (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira e a Nizzeti.

* 31. *Cardium echinatum*, L. — Una piccola valva (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

32. *Cardium papillosum*, Poli — Abbondante (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todoro (Collez. Grav.).

* 33. *Cardium tuberculatum*, L. — Abbastanza frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, San Paolo, Vena e Fossa della Creta (Interlandi).

34. *Cardium paucicostatum*, L. — Due belle valve (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali e a S. Paolo.

35. *Cardium minimum*, Ph. — Abbondante (viv. z. C.) Fossile anche a Nizzeti.

36. *Tapes edulis*, Chemnitz sp. — Una valva rotta (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cibali e a Catira.

37. *Venus* (*Chione*) *ovata*, Penn. — Comune (viv. z. Lt. L. C.) Molto frequente in tutti i depositi postpliocenici sub-etnei.

38. *Venus (Chione) striatula*, Forb. et Hanl. — Abbondante (viv. z. L.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Vena.

39. *Venus (Chione) gallina*, L. — Piccole valve (viv. z. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Vena.

* 40. *Venus (Anaitis) fasciata*, Donov.—Poche valve (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

41. *Meretrix chione*, L. sp. — Una valva (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti. S. Paolo e Vena.

42. *Donax trunculus*, L. — Tre valve (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cibali, Catira e S. Paolo.

43. *Tellina donacina*, L. — Tre valve (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Nizzeti e S. Paolo.

* 44. *Tellina distorta*, Poli — Una piccola valva (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Nizzeti e S. Paolo.

45. *Tellina pulchella*, Poli — Una piccola valva (viv. Lt.) Fossile anche a Cibali e a Catira.

* 46. *Mactra subtruncata*, Montg. sp. — Abbondante (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo, Vena, Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina) e Fossa della Creta (Collez. Aradas).

47. *Mactra corallina*, L. — Una valva ben conservata (viv. z. Lt. L.)

48. *Lutraria elliptica*, L. — Un frammento (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Catira, a Cibali e a Nizzeti.

49. *Corbula gibba*, L. — Abbondante (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti. S. Paolo. Vena, Fossa della Creta (Collez. Aradas) e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

50. *Pholas dactylus*, L. — Pochi frammenti (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e a S. Paolo.

Scaphopoda

51. *Dentalium dentale*, L. — Un esemplare rotto (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira. Nizzeti, S. Paolo e Vallone di S. Biagio. (Gravina).

52. *Dentalium novemcostatum*. Lamk. — Belli esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, San Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

53. *Dentalium rubescens*, Desh. — Quattro frammenti (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali e a Catira.

+ 54. *Dentalium Philippii*, Montrs. — Un esemplare e varii frammenti. Fossile anche a Cannizzaro. Cibali, Vena e Fossa della Creta (Interlandi).

Amphineura

55. *Chiton oliraceus*, Spengler. — Una placca intermedia (viv, z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti.

Gastropoda

56. *Patella coerulea*, L. — Due esemplari (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

57. *Emarginula elongata*, O. G. Costa — Un bello esemplare (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira e Nizzeti.

58. *Fissurella gibberula*, Lamk. — Un esemplare rotto (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e a S. Paolo.

59. *Haliotis lamellosa*, Hidalgo — Un piccolo esemplare (viv. z. Lt.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

60. *Astralium* (*Bolma*) *rugosum*, L. sp. — Un magnifico esemplare ed un opercolo (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

61. *Turbo (Collonia) sanguineus*, L. — Belli esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

62. *Phasianella pulla* L. sp. — Vari esemplari (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

63. *Phasianella punctata*, Risso — Diversi esemplari (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti.

64. *Calliostoma conuloide*, Lamk. sp. — Diversi esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

65. *Calliostoma conulum*, Lamk. sp. — Un solo esamplare (viv. z. L.) Fossile anche a Cibali, Catira e Nizzeti.

66. *Calliostoma dubium*, Ph. sp. — Frequente (viv. z. L., C.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

67. *Calliostoma Laugieri*, Payr. sp — Quattro esemplari (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

68. *Calliostoma sp.*

69. *Calliostoma granulatum*, Born. sp. — Un solo esemplare (viv. z. Lt. L. C.) — Fossile anche a Catira e Nizzeti.

70. *Calliostoma Malonii*, Payr. sp. — Frequente (viv. z. Lt.) Fossile anche a Catira e Nizzeti.

71. *Calliostoma striatum*, L. sp. — Frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

72. *Calliostoma exasperatum*, Penn. sp. — Molto abbondante (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

73. *Calliostoma millegranum*, Ph. sp. — Abbondante (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira e Nizzeti.

74. *Calliostoma depictum*, Desh. sp. — Non molto comune (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

75. *Calliostoma sp.* — Un magnifico esemplare.

76. *Gibbula magus*, L. sp. — Abbondante (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

77. *Gibbula Guttadauri*, Ph. sp. — Quattro piccoli esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

78. *Gibbula ardens*, von Salis — Frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Catira e Nizzeti.

79. *Gibbula fanulum*, Gmel. sp. — Tre bei esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Nizzeti.

80. *Gibbula Richardii*, Payr. sp. — Vari esemplari (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

81. *Gibbula canaliculata*, Lamk. sp. — Rara (viv. z. Lt.)

82. *Gibbula turbinoides*, Desh. sp. — Comune (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

83. *Gibbula umbilicaris*, L. sp. — Tre esemplari (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

84. *Gibbula Racketti*, Payr. sp. — Frequente (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti.

85. *Clanculus corallinus*, Geml. sp. — Sei esemplari molto ben conservati (viv. z. Lt. L.) — Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

86. *Clanculus cruciatus*, L. sp. — Frequente (viv. z. Lt.) Fossile a Cibali, Catira Nizzeti, e S. Paolo.

87. *Clanculus Jussieui*, Payr. sp., et var. *cincta*, Scal. — Frequente (viv. z. Lt.) — Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

88. *Clanculus (Olivia) Tinei*, Calcara sp. — Un bello esemplare (viv. z. C. A.) Fossile anche a Nizzeti.

89. *Calyptraea chinensis*, L. sp. — Piuttosto frequente (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 90. *Natica (Naeca) millepunctata*, Lamk. sp. — Abbondante (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

91. *Natica (Naeca) fusca*, De Blainv. — Due esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

92. *Natica (Naeca) catena*, Da Costa sp. — Poco frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

93. *Natica* (*Naticina*) *macilenta*, Ph. — Abbastanza frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

94. *Natica* (*Neverita*) *Josephinia*, Risso sp. — Due bei esemplari (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

95. *Rissoia variabilis*, Müllf. sp. — Vari esemplari (viv z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

* 96. *Rissoia oblonga*, Desm. — Rara (viv. z. Lt. L.) Fossile anche Cibali, Catira e Nizzeti.

97. *Rissoia sp.* — Un solo esemplare.

98. *Rissoia* (*Alvania*) *cimex*, L. sp. — Rara (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

99. *Rissoia* (*Alvania*) *lactea*, L. — Un solo esemplare (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti.

100. *Rissoia* (*Alvania*) *cancellata*, Da Costa sp. — Rara (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

101. *Rissoia* (*Alvania*) *Montagui*, Payr. — Rara (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti.

* 102. *Scalaria* (*Clathrus*) *communis*, Lamk. — Un esemplare rotto (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Fossa della Creta (Interlandi).

103. *Scalaria* (*Fuscoscala*) *tenuicosta*, Mich. — Vari esemplari rotti (viv. z. L. C.) Fossile a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 104. *Turritella communis*, Risso — Abbondante (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo, Vena e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

+ 105. *Turritella tricarinata*, Br. sp., var. *plio-recens*, Montrs. — Comune. Fossile anche a Catira e Nizzeti.

106. *Turritella breviata*, Brugn. — Due esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

107. *Vermetus gigas*, Biv. — Un frammento ben riconoscibile (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e al Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

108. *Vermetus semisurrectus*, Biv. — Un frammento (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e a S. Paolo.

* 109. *Vermetus subcancellatus*, Biv. — Vari frammenti (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

110. *Vermetus triqueter*, Biv. — Due bei frammenti (viv. z. Lt.) Fossile anche a S. Paolo.

* 111. *Eulima subulata*, Donov. sp. — Un esemplare molto ben conservato (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali.

112. *Cerithium vulgatum*, Brug. — Un framento ben riconoscibile (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e Fossa della Creta (Collez. Aradas).

113. *Cerithium rupestre*, Risso. — Due esemplari ben conservati (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti e a S. Paolo.

114. *Bittium Jadertinum*, Brus. sp. — Vari esemplari (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti.

115. *Bittium lacteum*, Ph. sp.— Tre esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

116. *Bittium Latreillei*, Payr. sp. — Frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

117. *Triforis perversa*, L. sp. — Un solo esemplare (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

118. *Chenopus serresianus*, Mich. — Frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Fossa della Creta (Collez. Aradas).

119. *Cypraea (Trivia) europaea*, Montg. — Un solo esemplare (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

120. *Cypraea (Trivia) pulex*, Gray — Due esemplari (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

121. *Cassidaria echinophora*, L. sp. — Frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 122. *Cassidaria Thyrrena*, Chemntz. sp.— Un magnifico esemplare (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali e Catira,

123. *Triton corrugatus*, Lamk. — Un bello esemplare (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

124. *Columbella rustica*, L. sp. — Due esemplari (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

125. *Columbella (Mitrella) scripta*, L. sp. — Abbastanza frequente e molto ben conservata (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

126. *Columbella (Mitrella) decollata*, Brus. — Rara (viv. z. L.) Fossile anche a Nizzeti.

127. *Columbella (Mitrella) Gervillei*, Payr. sp. — Due esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Nizzeti e a S. Paolo.

128. *Lachesis minima*, Montg. sp. — Un esemplare (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali.

+ 129. *Buccinum striatum*, Ph. — Un magnifico esemplare. Fossile anche a Cannizzaro, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

130. *Nassa Edwardsi*, Fischer. — Abbastanza frequente (viv. z. L. C. A.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

131. *Nassa costulata*, Ren. sp. — Rara (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

+ * 132. *Nassa crasse-sculpta*, Brugn. sp. — Due piccoli esemplari. Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

133. *Nassa limata*, Chemntz. sp. — Abbastanza frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 134. *Nassa mutabilis*, L. sp. — Abbondante (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

135. *Nassa* (*Zeuxis*) *incrassata*, Ström. sp. — Rara (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

136. *Nassa* (*Zeuxis*) *reticulata*, L. sp. — Rara (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

137. *Nassa (Zeuxis) varicosa*, Turton sp. — Abbastanza frequente (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

138. *Nassa* (*Amycla*) *corniculum*, Olivi sp. — Rara (viv. z. Lt.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 139. *Nassa* (*Eione*) *gibbosula*, L. sp. — Rara (viv. z. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti, S. Paolo e Fossa della Creta (Interlandi).

140. *Cyclonassa neritea*, L. sp. — Molto rara (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 141. *Murex* (*Bolinus*) *brandaris*, L. — Vari frammenti ben riconoscibili (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira e Nizzeti.

142. *Murex* (*Muricantha*) *trunculus*, L.—Un magnifico esemplare (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

* 143. *Murex* (*Muricopsis*) *cristatus*, Br. sp. — Non molto frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

144. *Ocinebra Edwardsi*, Payr. sp. — Un solo esemplare (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

145. *Ocinebra erinacea*, L. sp. — Vari esemplari (viv. z. L. C.) Fossile anche a Nizzeti.

146. *Ocinebra* (*Hadriania*) *craticulata*, Br. sp. —Frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

147. *Trophon muricatus*, Montg. sp.—Non molto frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Nizzeti.

148. *Fusus rostratus*, Olivi sp. — Due soli esemplari (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

149. *Eutria cornea*, L. sp. — Un solo esemplare (viv. z. Lt. L. C.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

150. *Marginella secalina*, Ph. — Rara (viv. z. L. C.) Fossile anche a Catira, Nizzeti e S. Paolo.

151. *Daphnella* (*Raphitoma*) *fuscata*, Desh. sp.—Rara (viv. z. Lt.) Fossile anche a Nizzeti e S. Paolo.

152. *Daphnella* (*Bellardiella*) *gracilis*, Montg. sp. — Rara (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

153. *Conus* (*Chelyconus*) *mediterraneus*, Brug.—Un solo esemplare (viv. z. Lt. L.) Fossile anche a Cannizzaro, Cibali, Catira, Nizzeti e S. Paolo.

154. *Ringicula conformis*, Montrs. — Abbastanza frequente (viv. z. L. C.) Fossile anche a Cibali, Nizzeti, S. Paolo, Vena e Pozzo di S. Todaro (Collez. Gravina).

Dal Museo di Geologia della R. Università
Catania, maggio 1906.

Memoria XVIII.

Dott. SALVATORE DI FRANCO

Gli inclusi nel basalte dell' isola dei Ciclopi.

(con una tavola)

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
PROFF. GRASSI E BUCCA *(relatore)*.

Il lavoro del D.r S. Di Franco tratta di una quistione importante e nuova riguardante la genesi di svariati minerali, onde va rinomata l' isola dei Ciclopi. Nessuno avea sinora accennato all' esistenza di singolari inclusioni nel basalte di quell' isola, e che la ricchezza di quei minerali fosse limitata ad una speciale e limitata zona, indicata dal D.r Di Franco col nome di *zona ad analcime*.

Pertanto la Commissione propone che il suddetto lavoro venga inserito negli Atti dell' Accademia

---

Da gran tempo l' isola dei Ciclopi è stata argomento di studio, principalmente per la sua ricchezza di minerali, che la pongono in vivo contrasto con tutta la regione etnea, dove quelli sono scarsi; in quanto, poi, all' *analcime* essa è divenuta una località classica.

L' esame del copioso materiale di quell' isola, esistente nel Gabinetto di Mineralogia e Vulcanologia della R. Università di Catania, mi ha condotto ad osservare che, principalmente nei campioni ricchi di *zeoliti*, il basalte presenta delle macchie grigie più o meno chiare, ordinariamente di forme arrotondate, del diametro di 5 mm. sino a 8 cm. e più, che spiccano sulla massa

molto oscura del basalte, e alcuni campioni di esso sono così ricchi di queste macchie da assumere l' aspetto di una vera breccia.

Di queste macchie nessuno ha fatto cenno sinora e pertanto ho creduto importante lo studio di esse, anche per le conseguenze minerogenetiche che se ne possono ricavare. (1)

Queste macchie, che un' osservazione superficiale potrebbe riferire ad accidentalità proprie della massa del basalte, ad esame più attento si fanno riconoscere come vere e proprie inclusioni di rocce estranee, più o meno metamorfizzate dal magma basaltico.

È da notare, però, che non tutto il basalte, che forma il basamento dell' isola, presenta queste inclusioni; nè, come generalmente si crede, in tutte le parti del basalte dell' isola abbondano le druse di cristalli di *analcime*. Questo minerale è limitato ad una zona molto sviluppata nell' insenatura Nord dell'isola, zona potente da tre a quattro metri, nella quale si nota una struttura piuttosto brecciata e in cui sono inglobati anche grossi pezzi di marna (v. fig. 1).

Tale zona è ricca delle suddette inclusioni e di geodi di *analcime*: essa è formata da una roccia, simile nell' aspetto al basalte, ma un po' più oscura e con lucentezza più grassa, ed è costituita principalmente da *analcime* (2) e deve considerarsi come un prodotto secondario locale, del quale mi occuperò in altro studio.

La zona di cui parlo è sottostante alla marna (3) dell' isola: riposa sopra di un basalte compatto, spesso con pronunziata strut-

(1) Questo lavoro fu annunciato con una nota preventiva nel *Bollettino dell' Accademia Gioenia* di Catania—Fasc. LXXXIV, Gennaio 1905.

(2) Quella appunto denominata da C. Gemmellaro *Analcimite* (Atti Accademia Gioenia Ser. I, Vol. II, 1827, pag. 64).

(3) Questa marna fu creduta da C. Gemmellaro (Atti Accad. Gioenia, Catania, Ser. II. Vol. II, 1845, pag. 309) come un prodotto di alterazione del basalto e denominata *Ciclopite*, idea combattuta da Lyell (*Principes of Geology* Vol. III, pag. 337) il quale la ritenne come marna argillosa anteriore al basalte e da esso spinta in alto.

tura columnare, più sviluppato nella parte settentrionale dell'isola (v. fig. 2) la quale, battuta continuamente dalle onde marine è sottoposta ad un progressivo diroccamento. Questo basalte è del tutto identico a quello dei vicini scogli (faraglioni), della costa di Aci Trezza e Aci Castello e della vicina località di Nizzeti e in quest' ultima a contatto con marna fossilifera.

Nelle lave e nelle bombe dell' Etna trovansi non di rado inclusioni principalmente di *arenaria;* note sono quelle delle eruzioni del 1883, 1886 e 1892 (1).

Gli inclusi del basalte dell' isola dei Ciclopi sono però di natura differente, perchè dovute ad una marna più o meno argillosa. Esse, per l'aspetto che presentano all' osservazione offrono il modo di constatare il graduale passaggio della loro formazione. Infatti dalle inclusioni di marna intatta, analoga a quella sovrastante al basalte dell' isola stessa o a quella della costa vicina, troviamo altre inclusioni con struttura gradatamente sempre più compatta e massiccia, e in fine aggregati di diversi minerali estranei al basalte, e che pare siano stati sin' oggi ritenuti invece come accidentali concentrazioni degli elementi dello stesso basalte, o come prodotto dall' azione di acque termali sulla massa del basalte.

Non è sempre sicuro che tali aggregati debbano riferirsi ad inclusioni profondamente metamorfizzate, ma è degno di nota che essi mancano del tutto nel basalte ordinario; sono invece

(1) Cfr. G. Basile. — *Le bombe vulcaniche dell' Etna* — (Atti Acc. Gioenia. Catania, Ser. III, Vol. XX, 1888, pag. 29).

O. Silvestri. — *L' eruzione dell' Etna del 1886. — Nota II. Ricerche petrografiche sugli inclusi della lava e delle bombe.* — Atti Acc. Gioenia, Catania, Ser. IV, Vol. VI, 1893.

Altre inclusioni si trovano nelle lave dell' Etna, alcune delle quali furono descritte da A. Lacroix (*Les enclaves des roches volcaniques* —pag. 40, 155, 474); però nulla hanno esse di comune con quelle dei basalti dell' isola dei Ciclopi, si tratta di rarità così limitate, da non poterne ricavare delle serie conclusioni, pertanto meritano uno studio accurato che io ho da qualche tempo intrapreso e mi propongo di pubblicare prossimamente, quando sarà possibile aumentare il materiale che da tempo vado raccogliendo, con la massima esattezza sia per la provenienza, sia per le condizioni di giacitura.

frequenti nella *zona ad analcime*, nella quale soltanto, come ho detto, si presentano gl' inclusi.

Inoltre è d' avvertire che queste associazioni minerali hanno dimensioni e forme simili agli inclusi, e abbondano là dove questi sono più metamorfizzati.

Delle inclusioni alcune sono giallo-chiare e conservano talvolta ancora la friabilità della marna originaria; esse spiccano nettamente sulla massa oscura del basalte (v. fig. 3) dal quale si staccano senza transizione.

Generalmente si presentano di color grigio più o meno chiaro, con struttura compatta, molto tenaci, talora dall'aspetto di selce. Al contatto col basalte terminano con una zona più chiara, di larghezza variabile da $^1/_{10}$ di mm. a più di 1 mm. dovuto a metamorfismo di contatto.

Tra queste e le prime specie di inclusioni abbiamo tutti i passaggi possibili; ma non è raro il caso che in uno stesso pezzo di basalte si trovino inclusioni corrispondenti a diversi stadi di metamorfismo, disordinatamente distribuite, riferibili perciò a frammenti di marna strappati a diverse profondità e metamorfizzate più o meno profondamente dal magma basaltico.

Mentre la massima parte delle inclusioni presentano una massa compatta, in molte di esse è notevole una cavernosità determinata da una certa bollosità, colle cavità per lo più tappezzate da minerali cristallizzati (*pirosseno, ciclopite, e zeoliti* diverse), oppure rivestite da una patina bianca (probabilmente di silice idrata (*idrosilicite* di Waltershausen).

Questa cavernosità è più notevole nelle inclusioni più profondamente metamorfizzate; ma non è rara pure in quelle che ricordano ancora la loro origine marnosa.

In talune di queste inclusioni, la cavernosità è più accentuata, o anche limitata alla parte periferica, proprio in vicinanza del contatto col basalte, in modo da determinare un facile distacco dell' inclusione dal basalte includente; l' inclusione anzi talvolta giace completamente distaccata dentro una corrispon-

dente cavità del basalte. In questo caso è sempre dalla parte della massa del basalte che si trova la zona oscura di contatto, riuscendo così più chiara la dimostrazione che questa cavernosità è soltanto nella inclusione e non mai nella massa del basalte.

L' origine di queste cavità dentro le inclusioni va collegata non solo coll' acqua contenuta nella marna come acqua di cava, ma pure in parte dovuta alla disidratazione dell' argilla della marna stessa, anzi con questa va pari passo la formazione dei varii minerali succennati, come l' *analcime* o altre *zeoliti*, la *ciclopite* (varietà di *anortite*).

Esame del basalte includente.

Macr. — Il basalte racchiudente le inclusioni è in tutto identico a quello libero d'inclusioni e di *analcime*, che come abbiamo detto, è sviluppato alla parte inferiore dell' isola. È di colore grigio oscuro, leggermente verdastro; tale colorazione è dovuta ad un gran numero di piccole macchie giallastre o verdastre disseminate nella sua massa. Vi spiccano le segregazioni nere di *augite* e giallo dorate di *olivina*, più raramente quelle di *feldispato*.

Micr. — Al microscopio si rivela una struttura nettamente doleritica lasciandosi distinguere i seguenti elementi: *feldispato*, *augite*, *olivina* e *magnetite*.

Il *feldispato* predomina: è in cristalli lamellari, molti allungati, a geminazione secondo la legge dell' *albite;* fra i *Nicols* danno un angolo di estinzione fra le lamelle, che varia da 27° a 32°. Consimili valori trovò il Lasaulx (1) che dalla composizione chimica della roccia deduceva doversi riferire ad un plagioclase meno basico dell' *anortite*, la quale, come si sa, compare sotto la varietà di *ciclopite*, nelle cavità del basalte stesso.

(1) Waltershausen-Lasaulx. — *Der Aetna*—Leipzig—1880, Vol. II, pag. 427.

La *ciclopite* a sua volta è dal Lasaulx riferita a prodotto di sublimazione; da quanto abbiamo sopra detto riesce invece più facile attribuirla ad un prodotto di metamorfismo, infatti non la troviamo che nella *zona ad analcime ed inclusioni.*

L' *augite* è in granuli più o meno irregolari e arrotondati; talora, specie nei più piccoli è conservata la forma geometrica; presenta un colore grigio-violaceo, leggermente pleocrotica (giallo-verdastro, verde-giallastro, verde-violaceo); contiene inclusi di *magnetite*: rare sono le inclusioni vetrose. I granuli più grandi presentano spesso un nucleo più chiaro o anche perfettamente incoloro.

L' *olivina* è generalmente in piccoli granuli, per lo più è mascherata da un prodotto rossastro di decomposizione, che va anche diffondendosi nella massa fondamentale e arriva a circondare l' *augite* o il *feldispato.*

La *magnetite* è in granuli discretamente grandi, diffusi nella massa del basalte.

La massa fondamentale è vetrosa, e presenta in modo irregolare delle macchie più o meno sviluppate di sostanza giallastra o verdastra delessitica, che il LASAULX considera come prodotto di decomposizione di essa. In alcuni punti ad essa si aggiunge un po' di quel prodotto rossastro dell' *olivina*, colorando tutta o parte della macchia.

Esame microscopico delle inclusioni.

Le inclusioni, esaminate al microscopio, risultano formate da granuli e scagliette incolori, disseminati in una massa fondamentale grigiastra d' apparenza omogenea.

Questi granuli o scagliette sono in alcuni punti più grandi, più numerosi e addossati fra di loro in guisa da dare alla roccia un aspetto cristallino; in altri punti invece sono minuti e radi, in modo da dare piuttosto un aspetto porfirico; è la struttura ordinaria delle rocce argillose.

Quando però l' inclusione ha subito un più profondo metamorfismo, oltre a questa parte or cennata, presenta dei cristalli ben sviluppati di un *pirosseno* verde smeraldo (*smaragdite*), sparsi nella massa, la quale acquista una tinta un po' più giallastra dovuta ad un abbondante concorso di granuli o bastoncelli giallognoli che per le proprietà ottiche si lasciano riferire ad *epidoto*.

Un' altra formazione speciale è quella che si trova nelle cavità delle inclusioni; le quali vengono riempite da una sostanza rossastra, che in alcuni punti dimostra una certa struttura fibrosa, colle fibre perpendicolari alle pareti della cavità. Alcune volte le cavità restano completamente ostruite, altre volte rimane uno spazio ancora libero.

La sostanza di queste fibre, che non si lascia attaccare dagli acidi, va riferita a *termantite*.

Esaminando con un ingrandimento maggiore la massa di queste inclusioni, si osserva che i granelli cennati sono formati da masserelle di sostanza amorfa, cosparse internamente da minutissimi cristallini rettangolari, i quali a *nicols* incrociati interferiscono e si estinguono obliquamente alla loro massima lunghezza, lasciandosi riferire con molta facilità a *feldispato*.

L' angolo di estinzione è grande, sì da arrivare sino a 30°, ciò che fa sospettare trattarsi di *anortite* che, com'è noto, è uno dei minerali frequenti delle druse di questo basalte, costituendo la varietà *ciclopite*.

Nella massa dell' inclusione sono rari i granuli che possono riferirsi con sicurezza a *magnetite;* ciò forma un grande contrasto col vicino basalte, in cui la *magnetite* è tanto abbondante.

La massa dell' inclusione presenta una struttura nettamente differente da quella del vicino basalte; essa è più o meno granulare, mentre il basalte ci presenta la struttura di un feltro a fibre di *feldispato* e *pirosseno*.

Al contatto della inclusione col basalte però compare una zona nettamente distinta (v. fig. 4) per il colore più carico del

resto dell' inclusione e per la struttura minutamente cristallina.

In questa zona si distinguono chiaramente due parti principali: una più chiara dal lato del basalte, con prevalenza di elementi vetrosi e feldispatici e forse anche di *wollastonite*, di cui quelli di forma più allungata penetrano dentro al basalte, mostrando così come in questo punto la marna si sia intimamente mescolata al magma basaltico; l'altra parte più oscura dal lato interno della inclusione, risultando costituita essenzialmente da minutissimi cristalli di *pirosseno* verde chiaro, intercalati con grossi granuli bruni o rossastri di *termantite*.

Spesso notansi delle macchie verde giallo chiare, poco pleocroitici e debolmente birifrangenti da riferirsi a *clorite*.

Catania, Gabinetto di Mineralogia e Vulcanologia dell'Università.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

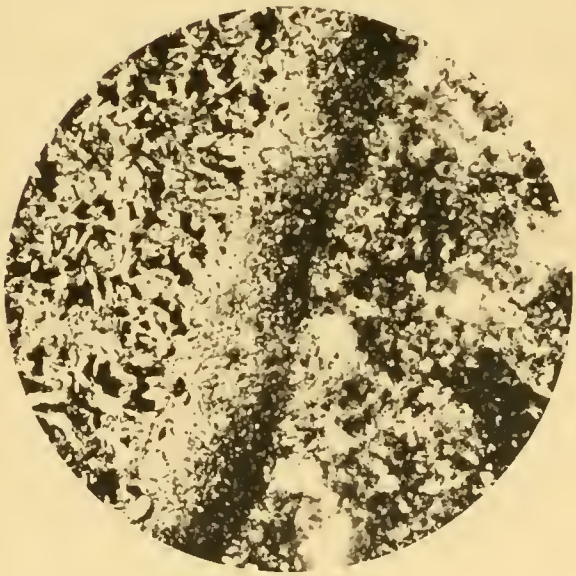


Fig. 4

S. DI FRANCO FOT.

Sui potenziali elastici ritardati

Nota di G LAURICELLA

Come la nota *formola di Kirchhoff*, relativa all' *equazione canonica dei piccoli moti*, porta alla considerazione dei *potenziali ritardi*, così l' estensione di tale formola alle equazioni generali dei movimenti vibratori nei mezzi isotropi porta alla considerazione di tre sistemi di integrali di spazio e di superficie, che per analogia si possono chiamare *potenziali elastici ritardati*.

I *potenziali ritardati* godono, come è noto, di proprietà analoghe ai *potenziali newtoniani*: in particolare per essi si hanno teoremi analoghi a quelli di *Poisson*, di *discontinuità dei doppi strati*, di *discontinuità delle derivate normali degli strati semplici*, ecc. (1)

Mi propongo qui di fare l' estensione di tali teoremi ai *potenziali elastici ritardati*.

1. Indichiamo con S lo spazio occupato da un mezzo isotropo, con σ la superficie limite, con n la normale nei punti di σ diretta verso lo spazio S, con x, y, z le coordinate dei punti dello spazio riferiti a tre assi cartesiani ortogonali, con a e b rispettivamente le velocità di vibrazioni longitudinali e trasversali del mezzo, con t il tempo variabile e con r la distanza di due punti qualsiasi (x, y, z), (ξ, η, ζ) dello spazio.

Come risulta dalle *formole di Love* (2), le quali rappresentano l' estensione della *formola di Kirchhoff* alle equazioni gene-

(1) v. Volterra, *Sul principio di Huyghens* (Nuovo Cimento; S. III; T. XXXII, XXXIII; 1892, 1893).

(2) *The propagation of wave-motion in an isotropic elastic solid medium* [Proceedings of the London Mathem. Society, Ser. 2, Vol. 1, Parts 4 and 5.].

rali dei movimenti vibratori nei mezzi isotropi, i tre sistemi di *potenziali elastici ritardati* si possono scrivere nel seguente modo:

$$
(1)\left\{
\begin{aligned}
u &= \frac{1}{4\pi}\int_S \left[\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t' X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt' + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)^2 \left\{\frac{1}{a^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{a}) - \frac{1}{b^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right\} + \right.\\
&\qquad \left. + \frac{1}{b^2}\frac{1}{r} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right] dS,\\
v &= \frac{1}{4\pi}\int_S \left[\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x\,\partial y}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t' X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt' + \frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial x}\frac{\partial r}{\partial y}\left\{\frac{1}{a^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{a}) - \frac{1}{b^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right\}\right] dS,\\
w &= \frac{1}{4\pi}\int_S \left[\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x\,\partial z}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t' X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt' + \frac{1}{r}\frac{r}{\partial x}\frac{r}{\partial z}\left\{\frac{1}{a^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{a}) - \frac{1}{b^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right\}\right] dS,
\end{aligned}
\right.
$$

dove $dS = d\xi\, d\upsilon\, d\zeta$, e dove $X(x, y, z, t)$ è una funzione arbitraria delle variabili x, y, z, t, che si suppone finita e continua, insieme alle sue derivate prime rispetto ad x, y, z e alle sue derivate dei due primi ordini rispetto a t, per tutti i sistemi di valori di x, y, z corrispondenti ai punti di S e per qualsiasi valore di t;

$$
(2)\left\{
\begin{aligned}
u' &= \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \left[\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t' X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt' + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)^2 \left\{\frac{1}{a^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{a}) - \frac{1}{b^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right\} + \right.\\
&\qquad \left. + \frac{1}{b^2}\frac{1}{r} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right] d\sigma,\\
v' &= \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \left[\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x\,\partial y}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t' X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt' + \frac{1}{r}\frac{\partial r}{x}\frac{\partial r}{\partial y}\left\{\frac{1}{a^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{a}) - \frac{1}{b^2} X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right\}\right] d\sigma,\\
w' &= \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}
\right.
$$

dove $d\sigma$ è l' elemento di superficie σ, al quale appartiene il punto (ξ, υ, ζ), e dove $X(\xi, \upsilon, \zeta, t)$ è una funzione dei punti (ξ, υ, ζ) di σ e della variabile t, finita e continua insieme alle derivate prime tangenziali su σ e alle derivate dei due primi ordini rispetto a t;

$$
(3)\quad \left\{
\begin{aligned}
u'' &= \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \Big\{ b^2 \frac{du_1}{dn} + (a^2-b^2)\left(\frac{\partial u_1}{\partial \xi} + \frac{v_1}{\partial \upsilon} + \frac{\partial w_1}{\partial \zeta}\right)\cos(nx) + b^2\left(\frac{\partial v_1}{\partial \xi}\cos(ny) - \frac{\partial v_1}{\partial \upsilon}\cos(nx)\right) + \\
&\qquad + b^2\left(\frac{\partial w_1}{\partial \xi}\cos(nz) - \frac{\partial w_1}{\partial \zeta}\cos(nx)\right)\Big\}\, d\sigma, \\
v'' &= \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \Big\{ b^2 \frac{dv_1}{dn} + (a^2-b^2)\left(\frac{\partial u_1}{\partial \xi} + \frac{\partial v_1}{\partial \upsilon} + \frac{\partial w_1}{\partial \zeta}\right)\cos(ny) + \ldots\ldots\ldots \Big\}\, d\sigma, \\
w'' &= \ldots\ldots\ldots\

splicitamente nelle funzioni $X(\xi, \upsilon, \zeta, t-t')$, $X(\xi, \upsilon, \zeta, t-\frac{r}{a})$, $X(\xi, \upsilon, \zeta, t-\frac{r}{b})$, devono essere ritenute come costanti.

2. Per gli integrali (1) sussiste un teorema analogo a quello di *Poisson*.

Dimostreremo tale teorema, servendoci delle eleganti considerazioni fatte dal prof. SOMIGLIANA in una Sua recente Nota [1]) per il calcolo di tre integrali (che si possono ottenere dalle (4), supponendo X funzione della sola variabile t), dei quali si è giovato il LOVE per dedurre le Sue formole.

Posto:

$$\varphi(\xi, \upsilon, \zeta, r, t) = \frac{1}{4\pi a^2} \cdot \frac{1}{r} \int_0^r dr \int_0^r X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{a})\, dr,$$

$$\varphi'(\xi, \upsilon, \zeta, r, t) = \frac{1}{4\pi b^2} \cdot \frac{1}{r} \int_0^r dr \int_0^r X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b})\, dr,$$

sarà [2]):

$$u = \int_S \left\{ \frac{\partial^2}{\partial x^2}(\varphi - \varphi') + \Delta^2 \varphi' \right\} dS, \quad v = \int_S \frac{\partial^2}{\partial x \partial y}(\varphi - \varphi')\, dS, \quad w = \int_S \frac{\partial^2}{\partial x \partial z}(\varphi - \varphi')\, dS;$$

e posto ancora:

$$\Phi(x, y, z, t) = \int_S \varphi(\xi, \upsilon, \zeta, r, t)\, dS = \frac{1}{4\pi a^2} \int_S \frac{dS}{r} \int_0^r dr \int_0^r X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{a})\, dr,$$

$$\Phi'(x, y, z, t) = \int_S \varphi'(\xi, \upsilon, \zeta, r, t)\, dS = \frac{1}{4\pi b^2} \int_S \frac{dS}{r} \int_0^r dr \int_0^r X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b})\, dr,$$

---

[1]) *Sulla propagazione delle onde nei mezzi isotropi.* — Atti della R. Acc. delle Sc. di Torino, Vol. XLI, anno 1905.

[2]) Cfr. SOMIGLIANA; l. c., § 3.

risulterà :

$$u = \Delta^2 \Phi' + \frac{\partial^2}{\partial x^2}(\Phi - \Phi'), \quad v = \frac{\partial^2}{\partial x \partial y}(\Phi - \Phi'), \quad w = \frac{\partial^2}{\partial x \partial z}(\Phi - \Phi').$$

Poichè [1] :

$$\Delta^2 \Phi = \frac{1}{4\pi a^2} \int_S X\left(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{a}\right) \frac{dS}{r},$$

$$(a^2 \Delta_2 - D^2_t)\Phi = a^2 \Delta^2 \Phi - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = \frac{1}{4\pi} \int_S X(\xi, \upsilon, \zeta\, t) \frac{dS}{r} + \frac{1}{4\pi a} \int_S \frac{\partial}{\partial t} X(\xi, \upsilon, \zeta, t)\, dS.$$

ne segue :

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{w}{\partial z} = \frac{\partial}{x} \Delta^2 \Phi.$$

$$(a^2 - b^2)\frac{\partial \theta}{\partial x} + b^2 \Delta^2 u - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = (a^2 - b^2)\frac{\partial^2}{\partial x^2}\Delta^2 \Phi + b^2 \Delta^2 \Delta^2 \Phi' + b^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}(\Delta^2 \Phi - \Delta^2 \Phi') - \frac{\partial^2}{\partial t^2}\left\{\Delta^2 \Phi' + \frac{\partial^2}{\partial x^2}(\Phi - \Phi')\right\} =$$

$$= (b^2 \Delta_2 - D^2_t)\Delta^2 \Phi' + (a^2 \Delta_2 - D^2_t)\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} - (b^2 \Delta_2 - D^2_t)\frac{\partial^2 \Phi'}{\partial x^2} =$$

$$= -X(x, y, z, t) + \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left\{\frac{1}{4\pi} \int_S X(\xi, \upsilon, \zeta, t) \frac{dS}{r} + \frac{1}{4\pi a} \int_S \frac{\partial}{\partial t} X(\xi, \upsilon, \zeta, t)\, dS - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{4\pi} \int_S X(\xi, \upsilon, \zeta, t) \frac{dS}{r} - \frac{1}{4\pi b} \int_S \frac{\partial}{\partial t} X(\xi, \upsilon, \zeta, t)\, dS \right\} = -X(x, y, z, t).$$

Similmente si ha :

$$(a^2 - b^2)\frac{\partial \theta}{\partial y} + b^2 \Delta^2 v - \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = 0,$$

$$(a^2 - b^2)\frac{\partial \theta}{\partial z} + b^2 \Delta^2 w - \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0.$$

---

[1]) Cfr. SOMIGLIANA ; l. c., form. (6), (6)'.

Le tre precedenti formole rappresentano appunto l' estensione del *teorema di Poisson* agli integrali di spazio (1).

3. Gli integrali (2), (3) godono rispettivamente di proprietà analoghe a quelle degli *strati* e dei *doppi strati*.

Per stabilire tali proprietà, cominciamo dall' osservare che si può scrivere:

$$u_1 = \frac{1}{b^2}\frac{1}{r} X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b}) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}\left\{\frac{1}{a^2} X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{a}) - \frac{1}{b^2} X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b})\right\}$$

$$+ \frac{1}{2}\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'^2 \frac{\partial X(\xi, \upsilon, \zeta, t-t')}{\partial t} dt' = \frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{b^2}\left(\frac{1}{r} + \frac{b^2 - a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}\right) - \frac{1}{b^3}\frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b}) - X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{-\frac{r}{b}} +$$

$$+ \frac{r}{2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}\left\{\frac{1}{b^3}\frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b}) - X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{-\frac{r}{b}} - \frac{1}{a^3}\frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{a}) - X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{-\frac{r}{a}}\right\} +$$

$$+ \frac{1}{2}\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x^2}\int_{\frac{r}{}}^{\frac{r}{b}} t'^2 \frac{\partial X(\xi, \upsilon, \zeta, t-t')}{\partial t} dt',$$

$$v_1 = \frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{b^2}\left(\frac{b^2 - a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x \partial y}\right) + \frac{r}{2}\frac{\partial^2 r}{\partial x \partial y}\left(\frac{1}{b^3}\frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b}) - X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{-\frac{r}{b}} - \frac{1}{a^3}\frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{a}) - X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{-\frac{r}{a}}\right) +$$

$$+ \frac{1}{2}\frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x \partial y}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'^2 \frac{\partial X(\xi, \upsilon, \zeta, t-t')}{\partial t},$$

$$w_1 = \ldots\ldots\ldots;$$

$$\frac{\partial u_1}{\partial x} = \frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{b^2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r} + \frac{b^2 - a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}\right) - \frac{1}{b^3}\left(-\frac{1}{b}\frac{\frac{\partial}{\partial t} X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b})}{-\frac{r}{b}} +\right.$$

$$\left. + \frac{1}{-\frac{r}{b}}\cdot\frac{1}{b}\cdot\frac{X(\xi, \upsilon, \zeta, t - \frac{r}{b}) - X(\xi, \upsilon, \zeta, t)}{-\frac{r}{b}}\right)\frac{\partial r}{\partial x} + \ldots$$

$$=\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}+\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}\right)+\frac{1-\delta}{b^4}\cdot\frac{\frac{\partial}{\partial t}X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})-\frac{\partial}{\partial t}X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\delta\frac{r}{b})}{-\frac{r}{b}(1-\delta)}\frac{\partial r}{\partial x}+\ldots$$

$$=\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}+\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}\right)+\frac{1-\delta}{b^4}\frac{\partial^2}{\partial t^2}X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\delta_1\frac{r}{b})\frac{\partial r}{\partial x}+\ldots,$$

$$\frac{\partial v_1}{\partial x}=\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x\partial y}\right)+\ldots,$$

$$\frac{\partial w_1}{\partial x}=\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x\partial z}\right)+\ldots$$

con δ, δ_1 quantità comprese fra 0 ed 1.

Poniamo poi:

$$u'_1=\frac{1}{r}+\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2},\quad v'_1=\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x\partial y},\quad w'_1=\frac{b^2-a^2}{2a^2}\frac{\partial^2 r}{\partial x\partial z},$$

$$u_1=\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}u'_1+u''_1,\qquad v_1=\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}v'_1+v''_1,\ \ldots\ldots$$

Dalla semplice ispezione delle formole precedenti risulta che le funzioni u''_1, v''_1, w''_1 sono finite e continue dovunque sia il punto (x,y,z), e che le loro derivate prime si mantengono finite e continue finchè tale punto è discosto da σ, mentre diventano infinite, tutt'al più come $\frac{1}{r}$, quando esso punto va su σ; per cui, se si indica con n_0 la normale a σ in un punto $p_0\equiv(\xi_0,\upsilon_0,\zeta_0)$ e si pone:

$$u'_{12}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma u''_1\,d\sigma,\qquad v'_{12}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma v''_1\,d\sigma,\qquad w'_{12}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma w''_1\,d\sigma;$$

$$X'_{12}=b^2\frac{du'_{12}}{dn_0}+(a^2-b^2)\left(\frac{\partial u'_{12}}{\partial x}+\frac{\partial v'_{12}}{\partial y}+\frac{\partial w'_{12}}{\partial z}\right)\cos(n_0x)+b^2\left(\frac{\partial v'_{12}}{\partial x}\cos(n_0y)-\frac{\partial v'_{12}}{\partial y}\cos(n_0x)\right)+$$

$$+b^2\left(\frac{\partial w'_{12}}{\partial x}\cos(n_0z)-\frac{\partial w'_{12}}{\partial z}\cos(n_0x)\right).$$

$$Y'_{12}=b^2\frac{dx'_{12}}{dn_0}+(a^2-b^2)\left(\frac{\partial u'_{12}}{\partial x}+\frac{\partial v'_{12}}{\partial y}+\frac{\partial w'_{12}}{\partial z}\right)\cos(n_0y)+b^2\left(\frac{\partial w'_{12}}{\partial y}\cos(n_0z)-\frac{\partial w'_{12}}{\partial z}\cos(n_0y)\right)+$$

$$+b^2\left(\frac{\partial u'_{12}}{\partial y}\cos(n_0x)-\frac{\partial u'_{12}}{\partial x}\cos(n_0y)\right),$$

$$Z'_{12}=\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ ,$$

avremo che le espressioni X'_{12}, Y'_{12}, Z'_{12} sono funzioni finite e continue dei punti (x, y, z) di tutto lo spazio (i punti della superficie σ compresi).

Similmente, se si pone:

$$u''_{12}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma\left\{b^2\frac{du''_1}{dn}+(a^2-b^2)\left(\frac{\partial u_1''}{\partial\xi}+\frac{\partial v_1''}{\partial\upsilon}+\frac{\partial w_1''}{\partial\zeta}\right)\cos(nx)+b^2\left(\frac{\partial v_1''}{\partial\xi}\cos(ny)-\frac{\partial v_1''}{\partial\upsilon}\cos(nx)\right)+\ldots\right\}d\sigma.$$

$$v_{12}''=\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .$$

$$w_{12}''=\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .$$

con

$$\frac{du_1''}{dn}=\frac{\partial u_1''}{\partial\xi}\cos(nx)+\frac{\partial u_1''}{\partial\upsilon}\cos(ny)+\frac{\partial u_1''}{\partial\zeta}\cos(nz)$$

e con l'avvertenza che, nell'eseguire le derivazioni di u_1'' v_1'' w_1'' rispetto a ξ, υ, ζ, le variabili ξ, υ, ζ, che entrano esplicitamente nella funzione $X(\xi, \upsilon, \zeta, t)$, devono ritenersi come costanti, risulterà che le espressioni u''_{12}, v''_{12}, w''_{12} sono anch'esse funzioni finite e continue dei punti (x, y, z) di tutto lo spazio (i punti della superficie σ compresi).

4. Ora poniamo:

$$u'_{11}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}u'_1\,d\sigma,\quad v'_{11}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}v'_1\,d\sigma,\quad w'_{11}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma\frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2}w'_1\,d\sigma:$$

$$X'_{11}=b^2\frac{du'_{11}}{dn_0}+(a^2-b^2)\left(\frac{\partial u'_{11}}{\partial x}+\frac{\partial v'_{11}}{\partial y}+\frac{\partial w'_{11}}{\partial z}\right)\cos(n_0x)+b^2\left(\frac{\partial v'_{11}}{\partial x}\cos(n_0y)-\frac{\partial v'_{11}}{\partial y}\cos(n_0x)\right)+$$

$$+b^2\left(\frac{\partial w'_{11}}{\partial x}\cos(n_0z)-\frac{\partial w'_{11}}{\partial z}\cos(n_0x)\right).$$

$Y'_{11}=$ . . . . . .

$Z'_{11}=$ . . . . . ;

e supponiamo che la superficie σ soddisfi alle seguenti condizioni:

1° in ogni suo punto abbia il piano tangente determinato e variabile con continuità al variare con continuità del punto di contatto;

2° esista una lunghezza l tale che, preso un punto p_0 qualsiasi di σ e considerato il cilindro circolare avente per asse la normale n_0 a σ in p_0 e per raggio l, la porzione di superficie σ interna a questo cilindro sia incontrata in un solo punto al più dalle parallele ad n_0;

3° esista un numero positivo c tale che, chiamando r_0 la distanza di p_0 da un altro punto p_1 qualsiasi di σ, e ε l'angolo acuto che n_0 fa con la normale in p_1, si abbia:

$$\varepsilon<cr_0.$$

Dall'ipotesi fatta che la funzione $X(\xi, \upsilon, \zeta, t)$ è finita e continua in tutti i punti (ξ, υ, ζ) di σ e per tutti i valori di t, insieme alle sue derivate prime tangenziali, risulta [1], indicando con p o con p' il punto (x, y, z) (sempre discosto da σ) secondo che è nel campo finito limitato da σ o nel campo infinito, che le espressioni:

$$\lim_{p=p_0} X'_{11}(x, y, z, t), \quad \lim_{p=p_0} Y'_{11}(x, y, z, t), \quad \lim_{p=p_0} Z'_{11}(x, y, z, t);$$

$$\lim_{p'=p_0} X'_{11}(x, y, z, t), \quad \lim_{p'=p_0} Y'_{11}(x, y, z, t), \quad \lim_{p'=p_0} Z'_{11}(x, y, z, t)$$

[1] Cfr. la mia Memoria: *Equilibrio dei corpi elastici isotropi* (Annali della R. Scuola Normale Superiore di Pisa, 1894), Cap. III°, § 6.

sono determinate e finite e soddisfano alle equazioni [1]:

$$\lim_{p=p_0} X'_{11}(x, y, z, t) - \lim_{p'=p_0} X'_{11}(x, y, z, t) = -X(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t),$$

$$\lim_{p=p_0} Y'_{11}(x, y, z, t) - \lim_{p'=p_0} Y'_{11}(x, y, z, t) = 0,$$

$$\lim_{p=p_0} Z'_{11}(x, y, z, t) - \lim_{p'=p_0} Z'_{11}(x, y, z, t) = 0.$$

Quindi, posto:

$$X'_1 = X'_{11} + X'_{12}, \qquad Y'_1 = Y'_{11} + Y'_{12}, \qquad Z'_1 = Z'_{11} + Z'_{12},$$

avremo che le espressioni

$$\lim_{p=p_0} X'_1(x, y, z, t), \quad \lim_{p=p_0} Y'_1(x, y, z, t), \quad \lim_{p=p_0} Z'_1(x, y, z, t);$$

$$\lim_{p'=p_0} X'_1(x, y, z, t), \quad \lim_{p'=p_0} Y'_1(x, y, z, t), \quad \lim_{p'=p_0} Z'_1(x, y, z, t)$$

sono determinate e finite e soddisfano alle equazioni:

$$(5) \quad \left\{ \begin{aligned} &\lim_{p=p_0} X'_1(x, y, z, t) - \lim_{p'=p_0} X'_1(x, y, z, t) = -X(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t), \\ &\lim_{p=p_0} Y'_1(x, y, z, t) - \lim_{p'=p_0} Y'_1(x, y, z, t) = 0, \\ &\lim_{p=p_0} Z'_1(x, y, z, t) - \lim_{p'=p_0} Z'_1(x, y, z, t) = 0. \end{aligned} \right.$$

ossia: *le tensioni nei punti di* σ, *corrispondenti agli integrali* (2): $u'(x, y, z, t)$, $v'(x, y, z, t)$, $w'(x, y, z, t)$ *delle equazioni del moto elastico, sono determinate e finite dalle due facce di* σ *e soddisfano alle equazioni* (5).

Questo risultato rappresenta l'estensione agli integrali di superficie (2) del noto *teorema sulla discontinuità della derivata normale di strato.*

5. Passiamo ora allo studio degli integrali (3).

---

[1] Ibid.; Cap. III°, form. (25), (25)'.

Si ponga:

$$u''_{11}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma \left\{ \frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2} b^2 \frac{du'_1}{dn} + (a^2-b^2)\left(\frac{\partial u'_1}{\partial \xi}+\frac{\partial v'_1}{\partial \upsilon}+\frac{\partial w'_1}{\partial \zeta}\right)\cos(nx) + b^2\left(\frac{\partial v'_1}{\partial \xi}\cos(ny) - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{\partial v'_1}{\partial \upsilon}\cos(nx)\right) + b^2\left(\frac{\partial w'_1}{\partial \xi}\cos(nz) - \frac{\partial w'_1}{\partial \zeta}\cos(nx)\right)\right\} d\sigma\,,$$

$$v''_{11}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma \left\{ \frac{X(\xi,\upsilon,\zeta,t)}{b^2} b^2 \frac{dv'_1}{dn} + \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \right\} d\sigma\,.$$

$$w''_{11}= \quad .$$

Se rammentiamo che la funzione $X(\xi,\upsilon,\zeta,t)$ per ipotesi è finita e continua in tutti i punti (ξ,υ,ζ) di σ e per tutti i valori di t, insieme alle sue derivate prime tangenziali, e se anche qui indichiamo con p o con p' il punto (x,y,z) (sempre discosto da σ) secondo che è interno o esterno ad S, si avrà [1] che le espressioni:

$$\lim_{p=p_0} u''_{11}\,, \qquad \lim_{p=p_0} v''_{11}\,, \qquad \lim_{p=p_0} w''_{11}\,;$$

$$\lim_{p'=p_0} u''_{11}\,, \qquad \lim_{p'=p_0} v''_{11}\,, \qquad \lim_{p'=p_0} w''_{11}\,;$$

sono determinate e finite e soddisfano alle equazioni:

$$\lim_{p=p_0} u''_{11}(x,y,z,t) - \lim_{p'=p_0} u''_{11}(x,y,z,t) = X(\xi_0,\upsilon_0,\zeta_0,t)$$

$$\lim_{p=p_0} v''_{11}(x,y,z,t) - \lim_{p'=p_0} v''_{11}(x,y,z,t) = 0\,.$$

$$\lim_{p=p_0} w''_{11}(x,y,z,t) - \lim_{p'=p_0} w''_{11}(x,y,z,t) = 0.$$

Di guisa che, se si pone mente a quanto fu dimostrato per le funzioni $u''_{12}(x,y,z,t)$, $v''_{12}(x,y,z,t)$, $w''_{12}(x,y,z,t)$ al §-3, e se

[1] Crf. mia cit. Mem.; Cap. III, § 4.

si ha riguardo alle formole:

$$u'' = u''_{11} + u''_{12}, \qquad v'' = v''_{11} + v''_{12}, \qquad w'' = w''_{11} + w''_{12}$$

risulterà che *le espressioni:*

$$\lim_{p=p_0} u''(x, y, z, t), \qquad \lim_{p=p_0} v''(x, y, z, t), \qquad \lim_{p=p_0} w''(x, y, z, t);$$

$$\lim_{p'=p_0} u''(x, y, z, t), \qquad \lim_{p'=p_0} v''(x, y, z, t), \qquad \lim_{p'=p_0} w''(x, y, z, t)$$

sono determinate e finite e soddisfano alle equazioni:

$$(6) \quad \begin{cases} \lim\limits_{p=p_0} u''(x, y, z, t) - \lim\limits_{p'=p_0} u''(x, y, z, t) = X(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t), \\ \lim\limits_{p=p_0} v''(x, y, z, t) - \lim\limits_{p'=p_0} v''(x, y, z, t) = 0, \\ \lim\limits_{p=p_0} w''(x, y, z, t) - \lim\limits_{p'=p_0} w''(x, y, z, t) = 0. \end{cases}$$

Questo risultato è l' estensione agli integrali di superficie (3) del noto *teorema sulla discontinuità dei doppi strati.*

6. Passiamo ora a dimostrare un teorema relativo agli integrali (3), il quale rappresenta l' estensione del noto *teorema di continuità della derivata normale dei doppi strati.*

Supponiamo che la funzione $X(\xi, \upsilon, \zeta, t)$ sia finita e continua insieme alle sue derivate dei tre primi ordini tangenziali e rispetto a t. In virtù di questa ipotesi si può dimostrare, appunto come si fa per i doppi strati [1], che le derivate dei primi due ordini delle funzioni $u''(x, y, z, t)$, $v''(x, y, z, t)$, $w''(x, y, z, t)$ sono finite e continue anche quando il punto (x, y, z) di S (o del campo S'), mantenendosi discosto da σ, si avvicina indefinitamente

[1] Vedi la mia nota: *Sulle derivate della funzione potenziale di doppio strato* (Rendiconti della R. Acc. dei Lincei: vol. XIV, serie 5ª).

ad un punto qualsiasi di σ. In particolare le espressioni:

$$X''_1(x,y,z,t) = b^2 \frac{du''}{dn_0} + (a^2-b^2)\left(\frac{\partial u''}{\partial x} + \frac{\partial v''}{\partial y} + \frac{\partial w''}{\partial z}\right)\cos(n_0 x) + b^2\left(\frac{\partial v'}{\partial x}\cos(n_0 y) - \frac{\partial v''}{\partial y}\cos(n_0 x)\right) +$$

$$+ b^2\left(\frac{\partial w''}{\partial x}\cos(n_0 z) - \frac{\partial w''}{\partial z}\cos(n_0 x)\right),$$

$$Y_1''(x,y,z,t) = b^2 \frac{dv''}{dn_0} + (a^2-b^2)\left(\frac{\partial u''}{\partial x} + \frac{\partial v''}{\partial y} + \frac{\partial w''}{\partial z}\right)\cos(n_0 y) + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$Z_1''(x,y,z,t) = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

ammetteranno limiti determinati e finiti, quando il punto (x, y, z) di S (o di S') si avvicina ad un punto $p_0 \equiv (\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0)$ di σ, ossia *gli integrali* $u''(x,y,z,t)$, $v''(x,y,z,t)$, $w''(x,y,z,t)$ *delle equazioni del moto elastico hanno le tensioni, nei punti di* σ *e dalle due facce di essa, determinate e finite.*

Noi qui ammetteremo senz'altro le precedenti proposizioni, che possono dimostrarsi nel modo anzidetto, e passiamo a dimostrare che *queste tensioni dalle due facce di* σ *hanno in uno stesso punto il medesimo valore.*

Introduciamo le seguenti notazioni:

$$X''_{21} = \lim_{p=p_0} X''_1(x,y,z,t), \quad Y''_{21} = \lim_{p=p_0} Y''_1(x,y,z,t), \ldots\ldots$$

$$X''_{22} = \lim_{p'=p_0} X''_1(x,y,z,t), \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$u''_{21} = \lim_{p=p_0} u''(x,y,z,t), \quad v''_{21} = \lim_{p=p_0} v''(x,y,z,t), \quad w''_{21} = \ldots\ldots,$$

$$u''_{22} = \lim_{p'=p_0} u''(x,y,z,t), = u''_{21} - X(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t),$$

$$v''_{22} = \lim_{p'=p_0} v''(x,y,z,t) = v''_{21},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

$$u_1(X)=\frac{\partial^2\frac{1}{r}}{\partial x^2}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt'+\frac{1}{r}\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)^2\left\{\frac{1}{a^2}X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{a})-\frac{1}{b^2}X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b})\right\}+$$

$$+\frac{1}{b^2}\frac{1}{r}X(\xi,\upsilon,\zeta,t-\frac{r}{b}),$$

$$v_1(X)=\frac{\partial^2\frac{1}{r}}{\partial x\partial y}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')dt'+\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial x}\frac{\partial r}{\partial y}\Big\}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\Big\}.$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

$$u_2(X)=\frac{\partial^2\frac{1}{r}}{\partial y\partial x}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt'+\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial y}\frac{\partial r}{\partial x}\Big\}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\Big\}.$$

$$v_2(X)=\frac{\partial^2\frac{1}{r}}{\partial y^2}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,dt'+\ \ldots\ldots\ldots,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

$$u_3(X)=\frac{\partial^2\frac{1}{r}}{\partial z\partial x}\int_{\frac{r}{a}}^{\frac{r}{b}} t'X(\xi,\upsilon,\zeta,t-t')\,d\,'+\ \ldots\ldots\ldots:$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots:$$

$$A(u_1,X,n)=b^2\frac{du_1(X)}{dn}+(a^2-b^2)\left(\frac{\partial u_1}{\partial\xi}+\frac{\partial v_1}{\partial\upsilon}+\frac{\partial w_1}{\partial\zeta}\right)\cos(nx)+b^2\left(\frac{\partial v_1}{\partial\xi}\cos(ny)-\frac{\partial v_1}{\partial\upsilon}\cos(nx)\right)+$$

$$+b^2\left(\frac{\partial w_1}{\partial\xi}\cos(nz)-\frac{\partial w_1}{\partial\zeta}\cos(nx)\right).$$

$$B(u_1,X,n)=b^2\frac{dv_1(X)}{dn}+\ \ldots\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots:$$

Le formole di LOVE ci danno per i punti di S:

$$u''(x, y, z, t) = \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} \{ A(u_1, u''_{21}, n) + B(u_1, v''_{21}, n) + C(u_1, w''_{21}, n) \} \, d\sigma - \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} \{ u_1 (X''_{21}) + v_1 (Y''_{21}) + w_1 (Z''_{21}) \} \, d\sigma ,$$

per i punti di S':

$$u''(x, y, z, t) = \frac{-1}{4\pi} \int_{\sigma} \{ A(u_1, u''_{22}, n) + B(u_1, v''_{22}, n) + C(u_1, w''_{22}, n) \} \, d\sigma + \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} \{ u_1 (X''_{22}) - v_1 (Y''_{22}) + w_1 (Z''_{22}) \} \, d\sigma$$

$$= - \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} \{ A(u_1, u''_{21}, n) + B(u_1, v''_{21}, n) + C(u_1, w''_{21}, n) \} \, d\sigma +$$

$$+ \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} A(u_1, X, n) \, d\sigma + \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} \{ u_1 (X''_{22}) + v_1 (Y''_{22}) + w_1 (Z''_{22}) \} \, d\sigma :$$

e poichè si ha, come risulta dalle (6),

$$\lim_{p=p_0} \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} A(u_1, u''_{21}, n) \, d\sigma - \lim_{p'=p_0} \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} A(u_1, u''_{21}, n) \, d\sigma = u''_{21} (\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) ,$$

$$\lim_{p=p_0} \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} B(u_1, v''_{21}, n) \, d\sigma - \lim_{p'=p_0} \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} B(u_1, v''_{21}, n) \, d\sigma = 0,$$

. . . . . .

risulterà dalle due precedenti formole, passando ai limiti e sommando membro a membro,

$$u''_{21} (\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) + u''_{22} (\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) = u''_{21} (\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) + \lim_{p'=p_0} \frac{1}{4\pi} \int_{\sigma} A(u_1, X, n) \, d\sigma -$$

$$-\lim_{p=p_0}\frac{1}{4\pi}\int_{\sigma}\{u_1(X''_{21})+v_1(Y''_{21})+w_1(Z''_{21})\}\,d\sigma+\lim_{p'=p_0}\frac{1}{4\pi}\int_{\sigma}\{u_1(X''_{22})+v_1(Y''_{22})+w_1(Z''_{22})\}d\sigma=$$

$$=u''_{21}(\xi_0,\upsilon_0,\zeta_0,t)+\lim_{p'=p_0}u''(x,y,z,t)-\left[\frac{1}{4\pi}\int_{\sigma}\{u_1(X''_{21}-X''_{22})+v_1(Y''_{21}-Y''_{22})+\right.$$

$$\left.+w_1(Z''_{21}-Z''_{22})\}\,d\sigma\right]_{\substack{x=\xi_0\\ y=\upsilon_0\\ z=\zeta_0}};$$

e per conseguenza:

$$(7)\qquad 0=\left[\frac{1}{4\pi}\int_{\sigma}\{u_1(X''_{21}-X''_{22})+v_1(Y''_{21}-Y''_{22})+w_1(Z''_{21}-Z''_{22})\}\,d\sigma\right]_{\substack{x=\xi_0\\ y=\upsilon_0\\ z=\zeta_0}}.$$

Similmente sarà:

$$(7)'\qquad \begin{cases} 0=\left[\dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int_{\sigma}\{u_2(X''_{21}-X''_{22})+v_2(Y''_{21}-Y''_{22})+w_2(Z''_{21}-Z''_{22})\}\,d\sigma\right]_{\substack{x=\xi_0\\ y=\upsilon_0\\ z=\zeta_0}}. \\[2ex] 0=\left[\dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int_{\sigma}\{u_3(X''_{21}-X''_{22})+\ldots\ldots\ldots\ldots\}\,d\sigma\right]_{\substack{x=\xi_0\\ y=\upsilon_0\\ z=\zeta_0}}. \end{cases}$$

7. Ciò premesso, si considerino le tre funzioni dei punti (x, y, z) dello spazio e di t:

$$H_1(x,y,z,t)=\frac{1}{4\pi}\int_{\sigma}\{u_1(X''_{21}-X''_{22})+v_1(Y''_{21}-Y''_{22})+w_1(Z'_{21}-Z''_{22})\}\,d\sigma,$$

$$H_2(x, y, z, t) = \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \left\{ u_2 (X''_{21} - X''_{22}) + v_2 (Y''_{21} - Y''_{22}) + w_2 (Z''_{21} - Z''_{22}) \right\} d\sigma ,$$

. . . . . .

Queste funzioni sono della medesima natura delle funzioni u', v', w', espresse dalle formole (2), e formano un sistema di integrali delle equazioni del moto elastico. Poichè le H_1, H_2, H_3, come risulta dalle (7), (7)', si annullano nei punti di σ per qualunque valore del tempo, e poichè esse a distanza infinita divengono infinitesime come $\frac{1}{r}$, avremo per qualunque valore del tempo t e per qualunque punto (x, y, z) dello spazio:

$$H_1(x, y, z, t) = H_2(x, y, z, t) = H_3(x, y, z, t) = 0.$$

Si ha quindi:

$$b^2 \frac{dH_1}{dn_0} + (a^2 - b^2)\left(\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial H_2}{\partial y} + \frac{\partial H_3}{\partial z}\right)\cos(n_0 x) + b^2\left(\frac{\partial H_2}{\partial x}\cos(n_0 y) - \frac{\partial H_2}{\partial y}\cos(n_0 x)\right) +$$

$$+ b^2\left(\frac{\partial H_3}{\partial x}\cos(n_0 z) - \frac{\partial H_3}{\partial z}\cos(n_0 x)\right) = 0,$$

$$b^2 \frac{dH_2}{dn_0} + (a^2 - b^2)\left(\frac{\partial H_1}{\partial x} + \frac{\partial H_2}{\partial y} + \frac{\partial H_3}{\partial z}\right)\cos(n_0 y) + \quad . \quad . \quad . \quad . = 0,$$

. . . . . ;

ed in forza delle formole (5) e delle analoghe, che non abbiamo scritte, risulterà finalmente:

$$X''_{21}(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) - X''_{22}(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) = 0, \quad Y''_{21}(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) - Y''_{22}(\xi_0, \upsilon_0, \zeta_0, t) = 0 \ , \ . \ . \ . \ . \ ,$$

c. v. d.

Catania, Maggio 1906.

Memoria XX.

Sulla radioattività di alcune terre

per ENRICO BOGGIO-LERA

Il metodo ideato dai coniugi Curie per la determinazione della radioattività di una sostanza, consistente nel misurare mediante la compensazione col quarzo piezoelettrico, la corrente che si produce attraverso l'aria compresa fra le armature d'un condensatore piano, quando queste vengono mantenute ad una differenza di potenziale costante e sufficientemente elevata perchè possano essere utilizzati tutti gli ioni che vengono prodotti da uno straterello della sostanza attiva sparsa in modo uniforme sopra una delle armature, parmi fino al presente il migliore. Ma non tutti hanno i mezzi di provvedersi di un apparecchio Curie. E d'altronde v'è da farsi la presente domanda: Considerata la complessità delle radiazioni dei corpi radioattivi, e il diverso potere penetrante di esse anche per l'aria, e l'assorbimento talora notevolissimo che si verifica nello spessore stesso dello strato del corpo attivo, e per maggior complicazione anche l'emanazione di quasi tutti i corpi radioattivi, si può realmente asserire che l'intensità della corrente fra le armature del condensatore nell'apparecchio Curie dia la misura della radioattività di una sostanza?

A me pare di nò—Sembrami infatti che anzitutto bisognerebbe poter studiare per ciascuna sostanza l'effetto dipendente dai raggi α, β, γ, separatamente, e così quello dipendente dall'emanazione; e che inoltre bisognerebbe sempre misurare l'effetto prodotto dall'unità di massa della sostanza attiva, mentre questa poi dovrebbe esser distribuita in strato sottilissimo per evitare l'assorbimento delle radiazioni per opera della sostanza medesima.

Ma appunto per tali difficoltà, nelle misure di radioattività si determina di solito l'effetto complessivo delle diverse radiazioni e dell' emanazione di una sostanza radioattiva, introducendo in un ambiente limitato una certa quantità di questa sostanza insieme ad un'elettrometro caricato ad un potenziale arbitrario, e misurando la velocità di abbassamento del potenziale, tenendo conto naturalmente dell'abbassamento dovuto all'imperfetto isolamento.

Così Elster e Geitel che per i primi misurarono la radioattività di numerose terre e prodotti vulcanici di varii paesi, trovarono, con un elettrometro da loro ideato, e con 125 grammi di sostanza, una dispersione di 29 volt per ora coi fanghi di Battaglia, di 102 volt col fango di Capri, di 350 volt coi fanghi di Baden-Baden, 3000 volt per ora coi fanghi delle sorgenti di Baden-Baden, di 2, 9 volt con terra del giardino dell' Osservatorio di Catania, di 1 volt con ceneri dell' eruzione Etnea del 1659.

Analogamente Vicentini e De Zara misurarono la dispersione, in volt per ora, prodotta in un loro speciale elettroscopio, particolarmente costruito allo scopo di sottrarlo all' influenza dell' atmosfera attivata dalla sostanza in esame, e trovarono con 18 gr. di materiale attivo una dispersione di 3, 5 volt per ora per i fanghi di Abano, di 4, 1 volt coi residui ottenuti per evaporazione delle acque di quelle sorgenti, di 6, 4 volt colle incrostazioni raccolte nei bacini di concentrazione, e similmente per i fanghi di Battaglia ed altre sorgenti termali Euganee.

Il Dott. Giovanni Trovato usò un apparecchio simile a quello di Elster e Geitel, ed esperimentò in modo analogo sopra un gran numero di terre e di rocce specialmente dei dintorni di Acireale e dell' Etna, e trovò che tutte sono più o meno debolmente radioattive.

Essendomi ancor io acciuto a fare delle esperienze sulla radioattività di alcune terre, ed avendo riconosciuto la convenienza di usare un elettroscopio di piccola capacità, parvemi

anzitutto non rigoroso il misurare la radioattività col decremento del potenziale in volt per ora, od in generale per uguali intervalli di tempo, giacchè quando è piccola la capacità dell'elettroscopio, essa varia in modo non indifferente col grado di divergenza della fogliolina, ossia col potenziale. Infatti se anche si esperimenti partendo sempre con ogni sostanza da uno stesso valore iniziale per il potenziale, al variare della sostanza variando pure il potenziale finale risulta pure diversa la capacità finale dell' elettroscopio, e i decrementi del potenziale cessano allora di essere proporzionali ai decrementi delle cariche.

Stimai pertanto metodo migliore quello di esperimentare a *decremento di potenziale costante e tempo variabile*, anzichè a *tempo costante e potenziale* di scarica variabile come hanno fatto sin qui tutti gli altri esperimentatori; misurai quindi i tempi necessarii perchè il potenziale discendesse da un costante e sempre uguale valore iniziale ad un altro pure costante e sempre uguale valore finale; così il decremento del potenziale verificandosi sempre fra gli stessi limiti, la quantità di elettricità sottratta all'elettroscopio dalla sostanza attiva fu sempre in tutte le mie esperienze rigorosamente costante.

L'elettroscopio di cui mi sono giovato è del tipo di quello dei sigg. Elster e Geitel, e fu costruito dal Dott. Giovanni Trovato. Esso consiste in una scatoletta cubica (di lamiera di ottone sottile) avente 5 cm. di lato, e due finestre di vetro su due facce opposte. Nell' interno della scatoletta è fissato sul fondo un sottile cilindretto di dielettrina, su cui a guisa di cappello è fissato un ditalino di ottone, i cui bordi non toccano però il cilindretto di dielettrina per evitare l'inconveniente della carica di quest' ultima. Sul ditalino è saldata un' asticella di ottone con una fogliolina di alluminio che si muove in un piano parallelo a quello delle facce della scatoletta aventi le finestrine di vetro. L' asticella di ottone è più lunga della fogliolina e sporge all' infuori della scatoletta per un foro praticato nella faccia superiore e termina con un cilindretto cavo di ottone

della lunghezza di cm. 2 e del diametro di cm. 1. Al disotto della faccia inferiore della scatoletta cubica è saldato un pinolino di rame che serve a sostenere la scatoletta stessa al disopra di una vaschetta circolare di rame di cm. 13 di diametro e cm. 2 di altezza, nell' interno della quale veniva collocata la sostanza attiva. Tutto l' apparecchio era posto sopra una base circolare di ferro, e coperto con un cilindro di ottone dell' altezza di cm. 30 e del diametro di cm. 15, munita anch'essa di due finestrine di vetro in corrispondenza delle finestrine analoghe dell' elettroscopio.

Per avere una buona scala graduata a tratti assai sottili, ne disegnai una di 20 cm. di raggio e quindi ne ritrassi una fotografia alle dimensioni della lunghezza della fogliolina di alluminio contenuta nell' elettroscopio; ed invece di mettere questa scala nell' interno dell' elettroscopio, seguendo una disposizione preconizzata dal Prof. Righi, la collocai al di fuori dell'apparecchio, e mercè una lente ne proiettai l' immagine nel piano dello spostamento della fogliolina. Con un cannocchiale osservavo poi insieme la fogliolina e la scala.

Per esperimentare distribuivo uniformemente sulla vaschetta di rame situata al di sotto dell' elettroscopio una quantità determinata della sostanza in esame, e dopo aver caricato l' elettroscopio fino ad avere una deviazione un pò superiore a 48^0, ricoprivo l' apparecchio, e misuravo con un contasecondi il tempo t che trascorreva fra il momento in cui la fogliolina veniva a passare dalla divisione 48 e quello in cui veniva a passare sulla divisione 47.

Ma t non rappresentava realmente il tempo che la sostanza dovea impiegare ad infliggere all'elettroscopio la perdita di potenziale corrispondente a quella diminuzione di deviazione della fogliolina, giacchè l' elettroscopio indipendentemente dalle sostanze, ossia colla vaschetta vuota, subiva lo stesso decremento del potenziale in un tempo t_1 (naturalmente sempre più grande di t) a cagione degli ioni normalmente già esistenti nell' aria e

della imperfezione dell'isolamento. Per tenere conto di tali perdite io facevo delle determinazioni alternate di t e di t_1, mettendo una volta dentro l'apparecchio la vaschetta con la sostanza ed un' altra volta una vaschetta identica ma vuota. Indi dalle medie ottenute rispettivamente per t e per t_1 deducevo il valore T del tempo vero che la sostanza da sè sola avrebbe impiegato a produrre la stessa caduta di potenziale nell' ipotesi d' un isolamento assolutamente perfetto, e dell' assenza assoluta di ionî nell' aria atmosferica, mediante la formola

$$T = t \times \frac{t_1 - t}{t_1}$$

che io giustifico subito mediante la seguente considerazione:

Se con la sostanza, il tempo impiegato è stato t, e senza di essa è stato t_1, nel tempo t l'aria coi suoi ionî e l' isolatore dell' elettr.° hanno per loro conto sottratto la frazione $\frac{t}{t_1}$ dell' elettricità perduta dall' elettroscopio in quel dato intervallo di scarica; e quindi la sostanza in esame, nel tempo t ha sottratto soltanto $1 - \frac{t}{t_1}$ ossia $\frac{t_1 - t}{t_1}$ di quella quantità di elettricità perduta; quindi per infliggere all'elettroscopio quella intiera perdita la sostanza da sola avrebbe dovuto impiegare il tempo $t \times \frac{t_1}{t_1 - t}$

Ora io ho trovato che per tutte le terre su cui ho esperimentato, il tempo T così da me calcolato è inversamente proporzionale alla quantità di sostanza attiva posta nella vaschetta purchè questa quantità non superi considerevolmente i 100 grammi; od in altri termini il prodotto del numero dei grammi m di sostanza posta nella vaschetta per il tempo T, è costante per una data sostanza nei limiti di massa anzidetti. Questo prodotto che indico con M, io chiamerò *modulo relativo di radioattività della sostanza.*

Così ecco un esempio che tolgo dal libro delle mie esperienze.

22 gennaio 1906.

Esperimenti con 25 gr. di terra della villa del Dott. Cuomo (Capri):

t media di varie determinazioni $= 14^{m}_{,}$

t_1 » » » $= 46^{m}_{,}\ 50,$

$$T = \frac{14 \times 46,50}{32,50} = 20\,.$$

$$M = 20 \times 25 = 500$$

Esperimenti con 50 gr. della terra medesima:

t media di varie determinazioni $= 8^{m}_{,}\ 40$

t_1 » » » $= 56^{m}_{,}\ 12$

$$T = \frac{8,40 \times 56,12}{47,72} = 9,9$$

$$M = 9,9 \times 50 = 495$$

Esperimenti con 75 gr. della terra medesima:

t media di varie determinazioni $= 5^{m}_{,}\ 80$

t_1 » » » $= 40^{m}_{,}\ 50$

$$T = \frac{5,80 \times 40,50}{34,70} = 6,8$$

$$M = 6,8 \times 75 = 507$$

Esperimenti con 100 gr. della terra medesima:

t media di varie determinazioni $= 4^{m}_{,}\ 41\,,$

t_1 » » » $= 37^{m}_{,}\ 24,$

$$T = \frac{4,41 \times 37,24}{32,83} = 5,0$$

$$M = 5 \times 100 = 500$$

Esperimenti con 10 gr. della terra medesima:

t media di varie determinazioni $= 25^{m}_{,}\ 50$

t_1 » » » $= 50^{m}_{,}\ 75$

$$T = \frac{25,50 \times 50,75}{25,25} = 51,3$$

$$M = 51,3 \times 10 = 513.$$

Assumo quindi come *modulo relativo di radioattività* della terra predetta di Capri il numero medio

$$\frac{500 + 495 + 507 + 500 + 513}{5} = 503$$

Il significato del modulo di radioattività di una sostanza è chiaro: Esso rappresenta il *numero dei minuti primi che 1 gr. di sostanza impiegherebbe a sottrarre all' elettroscopio quella costante quantità di elettricità che esso perde nella caduta della fogliolina dalla divisione 18 alla divisione 17;* ed è evidente che esso è tutt' affatto relativo al mio elettroscopio, ed a quella determinata caduta del potenziale. Esso è tanto minore quanto è maggiore la radioattività della sostanza, e la sua inversa può assumersi come misura di questa radioattività in unità arbitraria.

Nel seguente prospetto presento analogamente i risultati ottenuti da esperimenti con altre terre:

SOSTANZA	Quantità di sost. m.	t	t_1	T	M_s	media
		m	m	m		
Depositi vulcanici di Capri . .	10 gr.	19.12	39.12	37.2	372	
	20 »	11.25	33.25	17.00	310	
	30 »	9.03	10.47	11.6	348	355
	40 »	7.53	11.10	9.2	368	
	50	5.97	11.66	6.95	318	
Pozzolana di Acireale.	25 »	22.50	59.17	36.4	910	
	50	13.63	57.50	17.9	895	901
	75	9.75	52.66	12.0	898	
	100	7.72	53.16	9.0	900	
Sabbia dal 324 a. C.	25 »	31.03	44.16	101.5	2610	
	50 »	18.15	27.75	55.1	2755	2746
	75 »	19.61	11.83	36.8	2760	
	100 »	16.60	39.25	28.6	2860	

SOSTANZA	Quantità di sost. m.	t	t_1	T	M_s	media
		m	m	m		
Fango delle Macalube	25 »	31. 50	45. 50	101. 0	2525	
	50 »	23. 75	46. 00	49. 0	2450	2494
	75 »	19. 25	46. 50	32. 8	2460	
	100 »	16. 50	47. 00	25. 4	2540	
Fango di S. Venera di Acireale	25 »	28 38	49. 37	66. 8	1670	
	50 »	20. 40	19. 17	34. 8	1740	1732
	75 »	16. 03	49. 00	23. 8	1780	
	100 »	13. 60	49. 37	17. 4	1740	
Argilla di Acitrezza	25 »	31 47	46. 00	99. 5	2480	
	50 »	25. 66	50. 85	51. 9	2595	2516
	75 »	21 75	55. 43	35 6	2490	
	100 »	17. 05	53. 45	25. 0	2500	
Terra del giardino dell' Istituto Tecnico di Catania	100 »	13. 05	57. 00	16. 5	1650	
Terra del podere della Scuola Enologica di Catania	100 »	12. 12	20. 08	30. 4	3040	
Terra di una grotta del detto podere	100 »	14. 05	42. 67	21. 0	2100	
Terra dell' Orto Botanico . . .	100 »	22 50	47. 63	41. 4	4140	
Terra della Piana di Catania .	100 »	16. 70	34. 42	32. 4	3240	
» dell' Anfiteatro Greco-Romano	100 »	28 78	49. 67	68. 5	6850	
» del Giardino Bellini . . .	100 »	23. 10	37. 83	59. 5	5950	
» della Plaia (Catania) . . .	100 »	16. 70	34. 42	32. 4	3240	
» »	100 »	18. 77	49. 50	30. 2	3020	3130
» Salmastra della Plaia . .	100 »	24. 16	34. 92	78. 0	7800	
» della Contrada Bicocca. .	100 »	17. 90	41. 05	31. 8	3180	
Ghiaia rossa da costruzione (Catania)	100 »	28. 70	46. 83	74. 0	7400	
Arena della Plaia	100 »	35. 92	39. 25	42. 4	42400	
Terra di Grammichele	100 »	17. 25	40. 17	30. 2	3020	
» » Francofonte	100 »	17. 15	44. 50	27. 95	2795	
» » Isola dei Ciclopi . . .	100 »	25. 33	47. 42	54. 75	5475	
» Villa Belvedere (Acireale)	25 »	28. 00	52. 50	59. 50	1485	
»	50 »	19 00	52. 50	29. 7	1485	1486
»	75 »	14. 50	52. 00	20. 1	1505	
»	100 »	11. 50	52. 50	14. 7	1470	

STAZIONE	Quantità di sost. m.	t	t_1	T	M_s	
		m	m	m		
Marna del Basso Egitto	100 »	14. 00	51. 93	19. 2	1920	
Terra fina di Palazzello Motta	100 »	15. 66	37. 83	27. 4	2740	
» Piedimonte Etneo	100 »	6. 30	34. 73	7. 7	770	
Fango di Montegrotta	100 »	2. 00	30. 75	2. 14	214	
	80 »	2. 54	29. 75	2. 8	224	
	60 »	3. 23	31. 33	3. 6	216	216
	40 »	4. 60	34. 31	5. 3	212	
Cenere del Vesuvio (eruz. 1906)	12 gr. 65	20. 00	27. 00	77. 1	975	

Ma per quanto è stato detto precedentemente, questi moduli di radioattività non hanno così che un valore relativo dipendente dall'elettroscopio e dall'intervallo di scarica, e quindi servono soltanto ad esprimere relativamente il diverso grado di radioattività.

Per ottenere dei risultati indipendenti dall'elettroscopio e dalla caduta del potenziale, ho poi fatto numerose esperienze di confronto con l'Uranio metallico in polvere. E poichè esso è molto più radioattivo delle terre è bastato metterne 1 gr. nella vaschetta di rame sotto all'elettroscopio; sarebbe stata sufficiente una quantità anche molto minore, ma per metternmi nelle stesse condizioni delle esperienze fatte con le terre bisognava per lo meno ricoprire uniformemente il fondo della vaschetta. L'Uranio metallico puro mi fu fornito nella quantità di 15 gr. dalla Casa Kahlbaun.

Dalla media di molte determinazioni è risultato per l'Uranio il modulo di 0,85 che io indicherò con M_u.

Poichè come ho precedentemente osservato l'inversa del modulo di una sostanza può misurarne la radioattività (in unità arbitraria), il rapporto $\frac{M_u}{M_s}$ del modulo dell'Uranio al modulo della sostanza, potrà assumersi come misura della radioattività della sostanza in confronto all'Uranio; ed esso sarà indipen-

dente dalla grandezza, dimensione e forma dell' elettroscopio e dalla caduta del potenziale. Infatti io di ciò mi assicurai facendo variare sia la caduta del potenziale, sia la capacità dell' elettroscopio (mettendo sul cilindretto dispersore un dischetto di stagnola, od una vaschetta di Alluminio): cambiavano i moduli M_u ed M_s, ma restava costante il rapporto.

Nella seguente tabella presento i valori dei rapporti $\frac{M_u}{M_s}$ ossia le radioattività così dedotte per le precedenti sostanze in rapporto all' Uranio metallico in polvere.

Radioattività rispetto all' Uranio.

Terra di Capri	$16,7 \times 10^{-4}$	
Depositi vulcanici di Capri	24,0	»
Pozzolana di Acireale	8,9	»
Sabbia del 324 a. C. (Acireale)	3,1	»
Fango delle Macalube (Girgenti)	3,4	»
» di S. Venera di Acireale	4,9	»
Argilla di Acitrezza	3,4	»
Terra del Giardino dell' Istituto Tecnico di Catania	5,1	»
» » Podere della Scuola Enologica »	2,8	»
» » Grotta del Podere » » »	4,0	»
» Orto Botanico di Catania	2,0	»
» Piana di Catania	2,6	»
» Anfiteatro Greco Romano di Catania	1,2	»
» Giardino Bellini di Catania	1,4	»
» Plaia di Catania	2,7	»
» Salmastra della Plaia di Catania	1,1	»
» Contrada Bicocca di Catania	2,7	»
Ghiaia rossa da costruzione di Catania	1,1	»
Arena della Plaia di Catania	0,2	»
Terra di Grammichele	2,8	»
» Francofonte	3,0	»
Isola dei Ciclopi	1,5	»
Villa Belvedere (Acireale)	5,7	»
Marna del Basso Egitto	4,4	»
Terra fina di Palazzello Motta	3,1	»

Terra fina di Piedimonte Etneo	11, 1	»
Fango di Montegrotta	39, 3	»
Cenere del Vesuvio (eruzione 1906)	8, 7	»
Cenere dell' Etna (1906)	0, 53	»

Avverto che questi numeri esprimono la radioattività delle predette sostanze in confronto all'Uranio in condizioni normali. Io ho di recente constatato (credo per il primo) che la radioattività di questa sostanza, e così quella della pechblenda, e di alcune altre, viene notevolissimamente influenzato dalla luce. In fatti esponendo la vaschetta contenente l' uranio al sole prima d' introdurla nell' apparecchio, la radioattività dell' Uranio si trova essere divenuta ben sette volte maggiore, giacchè il modulo è disceso da 0,85 a 0,12; però quest' aumento di radioattività scompare in un tempo pressapoco uguale a quello della durata di esposizione alla luce solare. Risultato analogo ho trovato esponendo l' Uranio alla luce dell'arco voltaico; e siccome anzi con questa sorgente luminosa, l'effetto fu assai cospicuo, debbo ritenere che esso sia dovuto ai raggi ultravioletti. Di questo fenomeno intendo fare uno studio particolare.

Ho poi fatto delle esperienze sulla radioattività di una mescolanza di una materia inattiva con dell' Uranio metallico in polvere. P. es. ho mescolato intimamente 1 gr. di Uranio con 99 gr. di arena della Plaia, la quale è la sostanza meno radioattiva che ho fin qui trovato nelle mie ricerche. Mettendo successivamente nella vaschetta quantità crescenti di questa miscela, i risultati ottenuti furono molto diversi da quelli avuti con le terre. Infatti trovai:

con	10	gr. di	arena	uranata all' 1 %	$M =$	67
»	20	»	»	»	»	103
»	30	»	»	»	»	120
»	40	»	»	»	»	135
»	60	»	»	»	»	208

La conclusione che io credo poter ricavare da questo fatto, e dagli esperimenti sulle terre e sui fanghi mi pare abbastanza importante:

Come l'aumento che si riscontra nel modulo della terra uranata, e che ho pure verificato esperimentando sull'Uranio metallico in polvere, all'aumentare della massa, sta a dimostrare che i raggi uranici vengono assorbiti considerevolmente dall'uranio stesso e dalla sostanza inattiva a cui esso è mescolato, e che perciò essi sono principalmente costituiti dai raggi poco penetranti α e β; così al contrario l'indipendenza del modulo di radioattività delle terre e dei fanghi dalla loro massa, (almeno fino a un certo limite) dimostra che il potere radioattivo di dette terre e fanghi è principalmente dovuto ai raggi γ e ad una emanazione.

Ed invero io ho potuto di recente accertare che una frazione abbastanza grande della radioattività delle terre e dei fanghi è dovuta a raggi γ penetrantissimi, mediante le seguenti esperienze:

Introdotto nell'apparecchio gr. 100 di terra di Piedimonte Etneo ho trovato che il tempo t_s necessario perchè la deviazione della fogliolina dell'elettrometro si riducesse da 48° a 47° era minuti 5, 50; ricoperta poi la terra con un disco di Alluminio di mm. 0, 3 di spessore ho trovato che il tempo richiesto era $t_c =$ min. 9,66; d'altra parte a vaschetta vuota, si aveva $t_1 =$ m. 15.9.

Con la formula da me data

$$T = t \times \frac{t}{t_1 - t},$$

deduconsi quindi i tempi T_s e T_c che sarebbero stati impiegati rispettivamente a sostanza scoperta, ed a sostanza coperta, per la stessa diminuzione della deviazione, senza le dispersioni estranee; e cioè:

$$T_s = \text{m. } 8, 4 \qquad T_c = \text{m. } 24, 6$$

Conseguentemente mentre la sostanza scoperta toglie ad ogni minuto all' elettrometro $\frac{1}{8,4}$ della carica considerata, la sostanza stessa coperta col disco di Alluminio di mm. 0, 3 di spessore toglie ancora $\frac{1}{24,6}$ della carica al minuto; e quindi deducesi che $\frac{1}{24,6} : \frac{1}{8,4}$ cioè circa $\frac{34}{100}$ dell' azione radioattiva totale della terra di Piedimonte Etneo passano ancora attraverso all' Alluminio dello spessore di mm. 0, 3.

Ricoprendo la terra medesima con un disco di zinco dello spessore di mm. 0, 65 ho trovato:

$$t'_c = \text{m. } 10,40,$$

e quindi mediante la solita formula:

$$T'_c = \text{m. } 10,4 \times \frac{15,9}{15,9 - 10,4} = \text{m. } 30;$$

onde deducesi analogamente che attraverso allo zinco dello spessore di mm. 0, 65 passano ancora $\frac{1}{30} : \frac{1}{8,4}$ ossia $\frac{28}{100}$ della radiazione totale.

Finalmente ricoprendo la terra con un disco di Piombo di mm. 2 di spessore ho trovato:

$$t''_c = \text{m. } 11,25,$$

da cui:

$$T''_c = 11,25 \times \frac{15,90}{15,90 - 11,25} = \text{m. } 38,5;$$

onde si ricava che attraverso al Piombo dello spessore di 2 mm. passano tuttavia $\frac{1}{38,25} : \frac{1}{8,4}$ ossia $\frac{22}{100}$ dell' effetto totale.

Inoltre ricoprendo soltanto in parte la sostanza attiva mediante settori circolari di lamiera metallica aventi angoli di $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}, \pi \frac{5\pi}{4}, \frac{3\pi}{2}, \frac{7\pi}{4}$, ho trovato che il tempo $T_{k,k'}$ impie-

gato nella scarica quando una frazione k della superficie trovasi scoperta, e la frazione residua $k' = 1 - k$ trovasi coperta, si può rappresentare abbastanza bene in funzione di k e di k', e di T_s e T_c, mediante la formola:

$$\frac{1}{T_{k,k'}} = \frac{k}{T_s} + \frac{k'}{T_c}$$

Questa formola era d' altronde prevedibile; giacchè se $\frac{1}{T_s}$ come abbiamo osservato esprime la frazione della carica sottratta ad ogni minuto all' elettrometro quando l' intera superficie della sostanza si trova scoperta, e $\frac{1}{T_c}$ la frazione della carica sottratta ogni minuto quando la superficie è coperta dalla lamina metallica; $\frac{k}{T_s}$ e $\frac{k'}{T_c}$ saranno le frazioni della carica sottratte all'elettrometro ad ogni minuto, rispettivamente dalla porzione scoperta e dalla porzione coperta della superficie della sostanza; onde la somma $\frac{k}{T_s} + \frac{k'}{T_c}$ deve rappresentare la frazione $\frac{1}{T_{k,k'}}$ della carica sottratta complessivamente per ogni minuto all'elettrometro, sempre beninteso senza le dispersioni estranee.

P. S. Sento il dovere di ringraziare il Cav. Leonardo Pratesi, Preside di questo Regio Istituto Tecnico, per avermi fornito i mezzi di eseguire questo lavoro, e il Dott. G. Trovato per avermi zelantemente aiutato nelle esperienze.

Catania, 5 Luglio 1906.

Memoria XXI.

Dott. GIULIO TRINCHIERI

Contributo allo studio della « cauliflorìa »

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE, COMPOSTA DEI PROFF. A. RUSSO E G. LOPRIORE (*relatore*).

La memoria dal titolo: *Contributo allo studio della « cauliflorìa »*, presentata all' Accademia Gioenia dal Dott. Giulio Trinchieri, si occupa di un fenomeno molto discusso, frequente fra le piante dei climi caldo-umidi delle regioni tropicali, raro in quelle della zona temperata, per cui i fiori si sviluppano sul caule e sui rami adulti in prossimità di cicatrici fogliari.

L' Autore, delimitato il vero carattere di questa disposizione, designa per « pseudocauliflorìa » quei casi in cui i fiori si formano all' ascella di foglie, ma vi persistono dopo che queste son cadute.

In base al lavoro del Buscalioni su questo fenomeno, l' Autore mette in rilievo la particolare tendenza delle piante cauliflore a difendersi contro l' azione dannosa della soverchia umidità o delle piogge frequenti ed abbondanti. Spiega alcune apparenti contraddizioni offerte da piante xerofite, come le Cactacee, le quali, pur vivendo in luoghi aridi, presentano nondimeno i loro tessuti riccamente provvisti di acqua e quindi in condizioni biologiche non molto diverse da quelle viventi in luoghi umidi o piovosi e come tali ricche parimenti di acqua.

Quanto alla possibile influenza delle azioni traumatiche sulla cauliflorìa (vedi di questo volume la nostra memoria X. p. 13), il Trinchieri senza pronunziarsi esplicitamente in riguardo all' azione diretta, ritiene però che esse siano da considerare come un fattore indiretto, importante per la determinazione del processo.

È merito dell' Autore di avere accertato casi tipici di cauliflorìa in piante da noi estesamente coltivate, come il *Citrus medica* L. var. *Limon* L. e il *C. Aurantium* L. var. *Limetta* (Risso), e di averne scoperti nuovi in altre

esotiche, come il *Ficus capensis* Thunb. ed il *Jasminum Sambac* Ait., ospitate da qualche tempo nell' Orto botanico di Catania.

Il metodo seguìto nello studiare questi casi e le escogitazioni dell' Autore nel riportarli ai principî generali del fenomeno fanno sperare che prossimamente nuovi contributi si abbiano su quest' importante argomento, mentre per ora delle indagini compiute si propone la pubblicazione negli *Atti* dell' Accademia.

È noto che col nome di « cauliflorìa » o « cauloflorìa » si designa quella particolare disposizione presentata da molte piante, proprie dei climi caldi ed umidi delle regioni tropicali, e che solo per eccezione si osserva nella flora delle zone temperate, in virtù della quale le gemme fiorali appaiono sul caule e sui rami, per lo più in corrispondenza d' una cicatrice fogliare. Talora le gemme fiorali si mostrano anche su organi sotterranei o decorrenti a fior di terra, per la qual cosa è lecito domandarsi se, in alcuni casi, esse non siano da considerare come formazioni aventi sede su vere radici, anzi che su stoloni o rizomi.

Ciò premesso, credo opportuno di circoscrivere esattamente il significato della cauliflorìa, poi che altrimenti si possono ritenere cauliflore piante, che in realtà non lo sono.

Perchè una pianta sia cauliflora, occorre per lo meno che il fiore si sviluppi dopo che la foglia ascellante è caduta, giacchè qualora si sviluppi all' ascella, ma persista dopo che la foglia è caduta, è difficile stabilire se si tratti di una condizione quasi normale piuttosto che di vera cauliflorìa; ond' io propongo, per questo caso, il nome di « pseudocauliflorìa. »

Sono invece realmente cauliflore quelle piante che sviluppano i loro fiori in più o meno immediata vicinanza d' una cicatrice fogliare, ma su rami più o meno vecchi.

Com' è noto, per spiegare il fenomeno in discorso furono proposte diverse ipotesi, tra cui quelle del RUMPF, del WALLACE, dell' HABERLANDT, del POTONIÉ, dello SCHIMPER, del JOHOW.

Di recente, poi, il prof. BUSCALIONI (1), dallo studio del controverso problema, è giunto a conclusioni le quali modificano notevolmente le idee finora in vigore. Egli, fra altro, ha potuto mettere in evidenza, con la scorta dei dati paleontologici, che la caulifloria è un fatto antichissimo, poi che di essa esistono tracce già nel Carbonifero (2) e successivamente nel Cretaceo (3). Sembra che il processo caulifloro s' inizii con gruppi abbastanza degradati del regno vegetale, in quanto che il POTONIÉ l'avrebbe riscontrato in parecchie Calamariacee, nelle Botrodendracee, in diverse Lepidodendracee, nelle Sigillariee e nelle Cordaite (4), ma non al di là di un certo limite. Per i terreni posteriori, poi, valgono le osservazioni del BUSCALIONI: delle 34 famiglie con rappresentanti cauliflori riportate da questo autore, 22 fecero la loro prima comparsa nel Cretaceo, 3 nell' Eocene, 2 nell' Oligocene. Così pure delle 126 specie di Dicotiledoni sicuramente cauliflore citate dal BUSCALIONI, 20 si rinvengono nel Cretaceo superiore, se pure non sono apparse prima, 4 nel Paleocene, 6 nell' Eocene e 15 nell' Oligocene (5).

Come ognun sa, opinano i geologi che in quei tempi, da noi tanto lontani, la temperatura del nostro globo fosse più elevata di adesso e nello stesso tempo il clima molto umido, a causa dei frequenti acquazzoni che trasformavano le terre emerse in veri pantani. È quindi naturale l'ammettere che le piante di quei periodi dovessero modificarsi in guisa da ottenere che la pioggia non danneggiasse organi così importanti per le stesse, quali sono i fiori e i frutti. Noi vediamo perciò largamente diffuse nelle piante del Carbonifero certe disposizioni dirette

---

(1) BUSCALIONI L., *Sulla caulifloria*. Malpighia, vol. XVIII, 1904, p. 117-177, tav. II-III. A questa *Nota* potrà ricorrere utilmente il lettore, così per maggiori notizie sull' argomento come per la bibliografia del medesimo.

(2) BUSCALIONI L., loc. cit., p. 138-139.

(3) ——— loc. cit., p. 150-152.

(4) ——— loc. cit., p. 138.

(5) ——— loc. cit., p. 150-151.

appunto a proteggere gli apparati riproduttori da un eccesso di umidità, come la forma di cono assunta dai frutti delle *Selaginella*, dei *Lepidodendron* e di altre piante ancora, nei quali organi le parti essenziali erano in modo efficace difese da brattee; come la riduzione in larghezza della lamina nelle foglie delle Calamariee, ciò che doveva impedire la persistenza sulle stesse delle gocce di pioggia; e l'essere, in varii casi, l'infiorescenza collocata sotto un notevole numero di foglie, del che si trovano tracce nelle *Sigillaria*; e la presenza delle *aflebie*, vale a dire di quegli organi riscontrati nelle Felci del Carbonifero, e che, secondo il POTONIÉ, avevano l'ufficio di proteggere le gemme fogliari, oltre a quello di contenere acqua (1).

Disposizioni analoghe, cioè inerenti alle condizioni d'umidità eccessiva offerte dall'ambiente, si rinvennero nei periodi posteriori al Carbonifero—e ne sono esempio gli apparati riproduttori delle Gimnosperme, le radici a ginocchio dei *Taxodium* (2)—come si trovano oggidì nelle piante equatoriali, specialmente se queste vivono in siti soggetti a frequenti piogge (3).

Così nelle Pandanacee e in molte Palme la speciale costituzione dell'infiorescenza è, per gli organi riproduttori, un'efficace difesa contro l'umidità: in altre Palme, poi, l'infiorescenza è doppiamente protetta contro i rovesci di pioggia, prima dalla presenza di una larga spata e poi dalla riunione di parecchie foglie al di sopra dell'infiorescenza stessa: è un caso simile a quello, già ricordato, delle *Sigillaria* del Carbonifero.

Nelle Dicotiledoni, le principali disposizioni protettive sono rappresentate o da involucri di origine bratteale—ed esempî di ciò dànno diverse famiglie come Bignoniacee, Composite, Dipsacacee, Santalacee, Ombrellifere, Clusiacee, Miricacee, Cupulifere — ovvero da involucri perianziali e ricettacolari, il che si verifica per le Moracee, Orticacee, Vochisiacee, Lauracee, Tern-

(1) BUSCALIONI L., loc. cit., p. 136-138.
(2) ——— loc. cit., p. 139-140.
(3) ——— loc. cit., p. 152-158.

stremiacee, Columnifere, Euforbiacee, Ramnacee, Sassifragacee, Mirtacee, Litrariee, Ericacee, Rosacee, Ebenacee, Verbenacee, Rubiacee, Monimiacee, Chenopodiacee, e per altre famiglie ancora.

Altre volte, poi, le piante (Artocarpee, Magnoliacee, Monimiacee, Rosacee, Sassifragacee, Rubiacee, Anonacee, Melastomacee, *Ficus*, *Castilloa*, *Artocarpus integrifolia*, *Trochodendron*, *Tambourissa*, *Siparuna*, *Dorstenia*, *Nelumbo*, *Euryale*, *Victoria*, *Boccalaya*, *Fragaria*, *Rhodotypus*, *Liquidambar*, *Morinda*, *Sarcocephalus*, *Anona muricata*, *Eupomatia*, *Melastoma* e *Blackea*) sono difese contro l'umidità per mezzo di sincarpi; ovvero per mezzo di arilli e di organi arilloidei: così nelle Dilleniacee, Sapindacee, Celastracee, Anonacee, Ramnacee, Rubiacee, Ninfeacee, Euforbiacee, Leguminose, Miristicacee, Connaracee, ecc.

Lo stesso ufficio protettivo esercitano pure la così detta « linea lucida » delle Columnifere, Celastracee, Leguminose, Marsiliacee e Cannacee, nonchè i peli che appaiono sul tegumento seminale (*Gossypium*, *Quiina*, *Trigonia*, ecc.).

Ora, a tutte queste disposizioni, intese a difendere gli apparati riproduttori delle piante contro l'azione dannosa della soverchia umidità, dovuta alla frequenza e all'abbondanza della pioggia, va aggiunta, secondo il Buscalioni, anche la cauliflorìa (1). Disposizione questa, che attualmente s'incontra assai spesso in tutti i punti delle regioni tropicali dove perdurano quelle condizioni d'ambiente le quali, stando ai dati paleontologici, costituivano la principale caratteristica del Carbonifero e del Cretaceo. Infatti, la maggior parte delle 126 specie di piante indubbiamente cauliflore, enumerate dal Buscalioni (2), è propria di regioni calde ed a piogge frequenti e copiose.

E qui credo opportuno di osservare che, dato il grande numero di piante cauliflore esistenti, l'elenco riportato dal Buscalioni non può essere certamente completo, pur tenendo conto

(1) Buscalioni L., loc. cit., p. 139 e 159-160.
(2) ——— loc. cit., p. 121-128.

delle modificazioni che lo stesso autore già vi introdusse mediante le aggiunte contenute nella nota collocata alla fine del suo lavoro (1).

Per esempio, nel citato elenco non è fatta menzione dell' *Erycibe ramiflora*, di cui ci dà notizia H. HALLIER (2).

Quest'autore pone il gen. *Erycibe* fra le Convolvulacee, mentre, secondo il DE CANDOLLE (3), l' ordine delle *Erycibeae* va da quelle allontanato e avvicinato invece alle Ebenacee—che hanno varie altre specie cauliflore, già ricordate dal BUSCALIONI—o alle Aquifoliacee. Però, nella monografia del PETER (4), il gen. *Erycibe* vien messo fra le *Convolvuloideae-Erycibeae* (5).

Faccio notare tuttavia che i pochi rappresentanti fossili delle Convolvulacee furon trovati nel Terziario antico (6), il che è in accordo con l' ipotesi del BUSCALIONI.

Così pure fra le specie del gen. *Ficus*—ben noto per avere molti rappresentanti cauliflori—comprese nell' elenco sopra ricordato, non figura il *Ficus capensis* Thunb., dell' Africa australe, di cui, nel maggio di quest' anno, ho potuto osservare nell'Orto botanico di Catania uno splendido esemplare, che aveva la maggior parte del suo tronco addirittura coperta di tanti ricettacoli piriformi (*cenanzî*). Questi erano raccolti in numerosi grappoli — non saprei come altrimenti chiamarli — risultanti di molte infiorescenze, discretamente peduncolate. I grappoli pendevano lungo il tronco ed avevano i rispettivi apici occupati, non già da uno o più cenanzî, bensì da una gemma fogliare chiusa. Inoltre i singoli ricettacoli erano così disposti su quella specie di grap-

(1) BUSCALIONI L., loc. cit., p. 169 e segg.

(2) HALLIER H., *Bausteine zu einer Monographie d. Convolvulaceen. Ueb. d. Gattung Erycibe u. biol. Bedeutung d. stammbürtigen Blüten u. Früchte.* Bull. de l' Herbier Boissier, vol. V, 1897, n. 9, p. 735-754 e n. 12, p. 105.

(3) DE CANDOLLE, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, pars IX, Parisiis, MDCCCXLV, p. 463-464.

(4) PETER A., *Convolvulaceae*, in *Nat. Pflanzenfam.*, IV. Teil, Abt. 3a.

(5) ——— loc. cit., p. 36.

(6) ——— loc. cit., p. 11.

poli che i loro piccoli orificî apicali guardavan tutti il terreno, ciò che avviene talora anche nel *Ficus Carica* L.

Ora, sembra a me che le accennate disposizioni debbano esercitare un ufficio di protezione contro l'eccessiva umidità. E mi spiego. Se anche all'estremità del grappolo esistessero uno o più ricettacoli, l'acqua di pioggia, la quale, per essere il grappolo diretto verso terra, dopo averne percorso l'asse, si raccoglie all'apice del grappolo stesso, finirebbe, a lungo andare, col danneggiarli. L'essere poi le aperture apicali dei varii cenanzî costantemente rivolte in basso fa sì che la pioggia non possa per quella via penetrare in mezzo ai fiori, e recar loro nocumento con la sua presenza.

Infine, nei primi giorni del corrente mese di luglio, trovai nello stesso Orto botanico di Catania un'altra pianta, il *Jasminum Sambac* Ait., la quale portava numerosi fiori sui rami più vecchi e privi di foglie.

Si tratta perciò di una pianta cauliflora, che, come le altre due sopra ricordate, non è indicata tra quelle dell'elenco del Buscalioni, alle quali pertanto l'aggiungo.

Il *Jasminum Sambac* è un frutice originario delle Indie orientali e, precisamente, vive nelle foreste presso la spiaggia del mare (1); per conseguenza è propria di luoghi molto umidi. Inoltre il gen. *Jasminum* è molto antico, giacchè, sarebbe apparso nell'Eocene (2).

La cauliflorìa della specie da me esaminata forse è in relazione con la sua qualità di pianta rampicante.

Finalmente, il gen. *Jasminum* è assai diffuso nelle regioni tropicali bagnate da piogge torrenziali (3), il che spiegherebbe, se ancora ce ne fosse bisogno, la comparsa della cauliflorìa in qualche tipo del genere stesso.

---

(1) De Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, pars VIII, Parisiis, MDCCCXLIV, p. 301.

(2) Buscalioni L., loc. cit., p. 149.

(3) De Candolle, loc. cit., p. 301 e segg.

*
* *

Ho accennato in principio che nelle regioni temperate la cauliflorìa non è, nelle condizioni normali, un fatto frequente: anzi, per quanto mi consta, da noi ne offre un esempio sicuro soltanto il *Cercis Siliquastrum* L. (1), che, in primavera, dischiude i suoi graziosi fiori rosei.

Però è risaputo che esistono alcune piante le quali eccezionalmente possono presentare il fenomeno, specie se assoggettate ad azioni traumatiche.

Una pianta, per esempio, che in tali condizioni con frequenza diventa cauliflora è la Vite. A questo proposito, O. BECCARI (2) ricorda di aver rilevato la presenza di qualche piccolo grappolo di fiori sui ceppi, nudi di foglie, di alcune viti, che, per innesto, erano state private delle loro parti superiori. Lo stesso autore (3) cita poi un altro caso di cauliflorìa nella Vite, nel quale ai fiori erano succeduti i frutti, riportato dalla *Revue Horticole* (4). Di un altro ancora, perfettamente identico al precedente, nel modo di manifestarsi, il dott. MONTEMARTINI (5) ci dà la descrizione accompagnata dalla relativa figura. Infine, anche il prof. LOPRIORE, a quanto gentilmente mi riferisce, ebbe a notare più d'una volta casi consimili.

Grazie alle osservazioni che potei fare sopra un'altra pianta, è dato anche a me di portare un contributo all'argomento che ora ci interessa.

Sul finire del mese di maggio dell'anno scorso, mentre os-

---

(1) Alcuni considerano come pianta cauliflora anche la *Ceratonia Siliqua* L. Le mie osservazioni, che ho dovuto per ora limitare a piante già fruttificate, non mi permettono di stabilire se nel caso del Carrubbio si tratti o non di vera cauliflorìa.

(2) BECCARI O., *Nelle foreste di Borneo*. Firenze, 1902, nota a p. 538.

(3) ——— loc. cit., nota a p. 538.

(4) Vedi p. 430, fig. 93, anno 1882.

(5) MONTEMARTINI L., *Un caso di « cauloflorìa » nella vite*. Italia agricola, anno XL, n. 15, 1903, p. 348-349, e tavola a colori.

servavo con un senso di rincrescimento un alberetto di *Citrus medica* L. var. *Limon* L., coltivato nell' Orto botanico di Sassari e che mani inesperte avevano non molto tempo prima sottoposto ad una intempestiva ed esagerata potatura, mi accadde di posare gli occhi sopra un ramo, ch' era tra i più grossi posseduti dalla pianta, sul quale spiccavano, a varia distanza fra loro, tre fiori (fig. 1). Esaminando più da vicino il ramo in discorso,

Fig. 1. — Cauliflorìa nel *Citrus medica* L. var. *Limon* L. — *A*, *B*, *C*, primo, secondo e terzo fiore nati sul ramo; dei primi due è rimasto il gineceo, il terzo è chiuso ancora. (Da una fotografia dell' Autore).

tosto mi accorsi che nessuna traccia di foglia era presso i fiori da me notati, per la qual cosa fui indotto a concludere che si trattasse di un caso di cauliflorìa, che, per quanto io sappia, ancora non è stato da altri riscontrato e descritto nel Limone.

Seguendo, giorno per giorno, lo sviluppo dei fiori del mio alberetto, i quali verso la metà di giugno erano tutti e tre aperti, potei constatare che i medesimi presentavano molti casi teratologici. Casi teratologici, più o meno interessanti e in com-

plesso già conosciuti nel gen. *Citrus* L. (1), dal prof. PENZIG (2) attribuiti alla coltura e da altri autori, per esempio CESATI, PASSERINI e GIBELLI (3), nonchè PAOLETTI (4), considerati in parte come caratteri ormai stabili del genere stesso, ma che non è, credo, superfluo riferire qui.

Il calice del fiore, che si aprì per primo (fig. 1, A), aveva quattro lobi, dei quali uno alquanto più piccolo dei rimanenti piuttosto espansi, disposti tutti da una parte, vicinissimi tra loro.

La corolla dello stesso fiore si componeva di otto petali, però soltanto quattro apparivano normalmente sviluppati.

Giudicando dall' aspetto, fui indotto a sospettare che gli altri quattro petali ripetessero la loro origine da altrettanti stami.

Esclusi questi ultimi, l' androceo risultava di ventidue stami, venti di lunghezza disuguale, tutti liberi, meno quattro saldati a due a due per breve tratto a cominciare dalla base, uno accennante appena a trasformarsi in petalo, ed uno, infine, macchiato in due punti di rosso, con l'antera abortita e saldato per intero col pistillo, che mostrava, per tutta la lunghezza dell' ovario, una specie di solco, nel quale andava ad affondarsi la corrispondente porzione del filamento dello stame. La saldatura dello stame col pistillo era tale, che, dopo parecchi giorni dall'apertura del fiore, disarticolatosi lo stilo — alquanto schiacciato in alto — dall' ovario, la porzione superiore dello stame servì a trattenere lo stilo medesimo.

Avvenuta, poco dopo l' antesi del primo fiore, quella del

(1) Cfr.: SAVASTANO L., *Le forme teratologiche del fiore e frutto degli Agrumi.* Annuario della R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici, vol. IV, 1884, fasc. 3°, p. 5-32, tav. I-IV. PENZIG O., — *Studi botanici sugli Agrumi e sulle piante affini.* — Annali di Agricoltura, Roma, 1887, vol. 116, p. 99-103, e tav. VIII, fig. 2-3, dell' *Atlante.* — *Pflanzen-Teratologie.* Genua, 1890, I. Bd., p. 340 e 345.

(2) PENZIG O., — *Studi botanici sugli Agrumi e sulle piante affini.* — Annali di Agricoltura, Roma, 1887, vol. 116, pag. 99.

(3) Cfr.: CESATI V., PASSERINI G. e GIBELLI G., *Compendio della Flora italiana,* 1884, p. 760.

(4) Cfr.: PAOLETTI G., — *Rutaceae,* in FIORI ADR., PAOLETTI G. e BÉGUINOT A., *Flora analitica d'Italia.* Padova, 1900-1902, vol. II, p. 257.

secondo (fig. 1, *B*), notai che anche in questo il calice era diviso in quattro lobi, uno dei quali ridottissimo; che quattro erano i petali, di cui due soltanto ben sviluppati. Gli stami, in numero di venti, si mostravano tutti liberi.

Del terzo fiore (fig. 1, *C*), molto prima del suo sbocciamento, appariva all'esterno, circondato dai petali stretti fra di loro, l'estremità superiore dello stilo, di forma perfettamente cilindrica, sul quale spiccava ben distinto lo stimma conico e colorato in giallo intenso. Pur rimanendo chiusi i petali, lo stilo continuò per diversi giorni ad allungarsi e, da bianco che era, assunse prima un color verde carico, poi divenne intensamente paonazzo. Ghiandole oleifere ben evidenti erano sparse per tutta la lunghezza della colonnetta stilare. Quando poi il fiore accennò a sbocciare, l'apertura della corolla cominciò dalla base, mentre in alto i petali continuavano a rimanere come saldati tra loro; dalla fessura in tal modo prodottasi nella corolla s'intravedevano alcuni stami alquanto contorti.

Il calice di questo terzo fiore non era affatto diviso in lobi. Sei erano i petali, esternamente di color rosso sbiadito e irregolari quanto alle dimensioni e alla forma, per contorsioni più o meno pronunciate, sfrangiature all'apice, ecc. Gli stami, in numero di trenta, erano di lunghezza ridotta ed in parte avevano antere atrofiche. Notai inoltre che i filamenti di due stami presentavano alla base una breve saldatura e che due altri stami s'erano uniti per mezzo delle antere.

Dopo venti e più giorni dal completo sbocciamento dei miei tre fiori, sebbene la forma primitiva dei rispettivi ovarii avesse cominciato a modificarsi, temendo forte per la loro esistenza, a causa della stagione asciuttissima e dei venti che soffiavano impetuosi, mi decisi a sacrificare e raccogliere i tre ovarii in discorso. Sottoposti i medesimi all'esame microscopico, dopo averli convenientemente preparati, vidi che il primo di essi presentava sette logge ben sviluppate, più un'altra quasi atrofica in corrispondenza del solco in cui, come sopra ho ac-

cennato, stava in parte affondato uno stame. Nove logge aveva l'ovario del secondo fiore, ed otto quello del terzo.

Non potei appurare se gli ovarii fossero stati o non fecondati.

Lo stesso processo cauliflorо, che ho descritto nel Limone, vidi presentato, con relativa frequenza, dal *Citrus Aurantium* L. var. *Limetta* (Risso).

Un esempio di ciò può dare la fig. 2, tratta dalla fotografia, che feci nel passato maggio, di un esemplare della pianta ora ricordata, vivente nell' Orto botanico di Catania.

Fig. 2. — Cauliflorìa nel *Citrus Aurantium* L. var. *Limetta* (Risso). — *A*, Gineceo di un fiore nato sul ramo. Da una fotografia dell'Autore).

Per quanto mi consta, neppure questo secondo caso di cauliflorìa è stato finora messo in evidenza da altri.

Mi fu riferito che l'esemplare citato venne sottoposto, in diversi tempi, alla potatura, talvolta anche un po' eccessiva, a giudicare dalle tracce rimaste. Oltre a ciò, può forse aver contribuito alla comparsa del fenomeno un altro fatto: l'individuo, che fu oggetto delle mie osservazioni, sorge proprio sull'orlo di un antico canale d'irrigazione dell' Orto, per la qual cosa le sue radici si trovano nella speciale condizione di essere assai di frequente e molto copiosamente bagnate dall' acqua che scorre nel canale.

I fiori del mio esemplare, che in modo tanto evidente caratterizzavano il fenomeno, non presentavano, per sè stessi, alcuna particolarità degna di menzione.

In riguardo al gen. *Citrus*, dirò infine che alcune sue specie, per esempio *C. Aurantium* L. var. *grandis* L. (*C. decumanus* L.), sono diffuse in luoghi piovosi, altre nell' Arcipelago indo-malese, la regione delle piante cauliflore, e soltanto poche in siti aridi (1).

*
* *

Passati così in rapida rassegna i diversi casi di cauliflorìa nelle piante dei nostri paesi, venuti a mia cognizione, mi sembra ora molto interessante il cercare la giusta interpretazione dei medesimi.

Si è detto nelle pagine precedenti che, per quanto riguarda i casi da noi esaminati, il processo caulifloro si manifestò di solito su individui che avevano subìto l' influenza di azioni traumatiche.

Ma sono queste direttamente sufficienti a spiegare il fenomeno? Non oserei affermarlo.

Lasciamo, per un momento, da parte ogni considerazione biologica, e vediamo se non sia possibile in qualche altro modo renderci piena ragione di quanto abbiamo osservato.

Io credo che nel determinare la comparsa della cauliflorìa nelle nostre piante abbia avuto speciale importanza il fattore anatomo-morfologico.

Se noi ci facciamo a considerare il fenomeno sotto il punto di vista morfologico, non tardiamo a convincerci di questo: che, in ultima analisi, la cauliflorìa è rappresentata dallo sviluppo di gemme, le quali dallo stato latente, dopo tempo spesso lunghissimo, passano allo stato di vita attiva (2).

Ora, le gemme dormenti possono distinguersi in fiorali e fogliari. Quest' ultime, di organizzazione naturalmente meno

(1) Cfr.: De Candolle Alph., *Géographie botanique raisonnée*. t. II, Paris-Geneve, MDCCCLV, p. 863 e segg.

(2) Buscalioni L., loc. cit., p. 119-120.

complicata delle prime, sono, in regola generale, quasi le sole che si sviluppano nei nostri climi. Al contrario, nei paesi tropicali, date le condizioni particolari dell' ambiente, le gemme fiorali dormenti tendono a svilupparsi pure frequentemente.

Conosciamo inoltre, per le ricerche del PRUNET (1), l' esistenza di un grosso raggio midollare, che lo stesso autore chiama « rayon médullaire gemmaire », mediante il quale le gemme dormenti delle piante legnose sono messe in comunicazione col midollo del fusto (2).

Orbene, questo potente raggio midollare, tra altro, ha l'ufficio di portare una grande quantità d' acqua alla gemma dormente.

Sappiamo ancora, per limitarci ai casi di cauliflorìa ricordati, che i frutti delle nostre piante cauliflore sono molto ricchi d' acqua, la quale è in gran parte fornita dall' umidità del terreno in cui le piante vivono.

Se a tutto questo complesso di condizioni, mirante a fornire un largo quantitativo d' acqua o alla pianta o per lo meno ad alcune delle sue parti (frutti succulenti, per esempio), noi aggiungiamo l' azione di cause traumatiche, che determinino gravi mutilazioni, vedremo portato al grado massimo lo stato d'imbibizione della pianta, a causa della ridotta traspirazione. Così che, se le azioni traumatiche non hanno, per sè sole, la potenzialità di produrre il fenomeno della cauliflorìa, date queste condizioni di cose, che rispecchiano in parte quanto si osserva nelle regioni tropicali delle « foreste piovose » (*Regenwälder*), sono tuttavia da considerarsi come un fattore importante per la comparsa del processo.

Nei casi da me in particolar modo studiati, la cauliflorìa

(1) PRUNET A., *Recherches sur les noeuds et sur les entre-noeuds de la tige des Dicotylédones*. Ann. des Sc. nat., Botan., 7.e série, t. XIII, 1891, p. 344 e segg., pl. V, fig. 15-16.

(2) Il PRUNET (loc. cit., p. 351-353, pl. V, fig. 16) descrisse questa particolare disposizione anatomica anche in una pianta cauliflora, il ricordato *Cercis Siliquastrum*.

ha origine puramente da fattori interni, anatomo-morfologici da un lato e fisiologici dall'altro, essendo estraneo alla sua comparsa il momento biologico. Però, ciò ammettendo, si viene indirettamente a confermare l'ipotesi del BUSCALIONI, secondo la quale la cauliflorìa dei paesi tropicali è una conseguenza della necessità sentita dalla pianta di difendersi da un' eccessiva umidità. Infatti, nelle regioni delle *Regenwälder* abbiamo anzitutto il terreno imbibito d'acqua, condizione questa che favorisce lo assorbimento per parte delle radici. Secondariamente, abbiamo dei tipi di piante dotate di grande fogliame, di legno tenero e di altre particolarità anatomo-morfologiche, le quali ci indicano che queste piante assorbono grande quantità d'acqua. Ed in verità, è noto che molte di esse hanno il fusto riccamente provvisto d'acqua.

Ora, sono appunto queste le condizioni che si richiedono perchè si sviluppi la cauliflorìa. Ivi, però, a questo momento fisiologico si aggiunge, come sopra è stato detto, il fattore biologico, il quale ha perpetuato una condizione di cose, che altrimenti sarebbe andata perduta. Peraltro, a questo proposito, devo far osservare che v'è una specie di contraddizione in termini nella cauliflorìa delle regioni tropicali, poi che mentre il processo cauliflorо serve, come si è detto più volte, a difendere i fiori e i frutti dalla pioggia, viene invece da questa favorito. Ma è facile accorgersi che la contraddizione esiste soltanto in apparenza.

Tuttavia v'è qualche caso, che si presta ad essere ritenuto anomalo. È noto, infatti, che anche le Cactacee (1) presentano talora il fenomeno della cauliflorìa. Orbene, potrebbe sembrare che l'interpretazione data al fenomeno stesso mal si accordasse con la natura delle citate piante, essenzialmente xerofite. Ma

(1) SCHUMANN K., *Ungewöhnliche Sprossbildung an Kakteen.* Monatsschrift für Kakteenkunde. VI. Jahrg. 1896, p. 102.

basta considerare che le Cactacee, pur vivendo nei luoghi aridi, hanno i loro tessuti riccamente provvisti d'acqua, perchè, senz'altro, si sia condotti a riconoscere che, anche questa volta, la contraddizione non è reale, bensì soltanto apparente.

Dal R. Istituto botanico di Catania, nel luglio del 1906.

INDICE

MEMORIA

G. Pennacchietti — *Sul movimento piano di un punto materiale libero nello spazio* I

F. Cavara e N. Mollica — *Ricerche intorno al ciclo evolutivo di una interessante forma di* Pleospora herbarum (*Pers.*) *Rab.* (con figure intercalate e due tavole) II

Drago Umberto — *Azione sperimentale dei succhi digerenti sull' involucro delle ova di alcune tenie.* III

A. Bemporad — *Sopra un nuovo sviluppo singolarmente convergente per l' integrale della estinzione secondo la teoria di Bouguer* IV

G. Marletta — *Sulla identità projettiva di due curve algebriche.* V

Filippo Eredia — *Sulla direzione delle correnti atmosferiche in Catania* VI

A. Curci — *Trasformazioni delle energie* VII

A. Riccò e A. Cavasino — *Risultati delle osservazioni meteorologiche del 1905 fatte nel R. Osservatorio di Catania* . VIII

G. Pennacchietti — *Sul moto di rotolamento* — Memoria 1ª . . IX

G. Lopriore — *Note sulla biologia dei processi di rigenerazione delle Cormofite determinati da stimoli traumatici* (con figure intercalate) X

R. De Luca — *Nuovi tentativi di siero-terapia nella lebbra* . . XI

S. Comes e G. Polara — *Sopra un mostro doppio di Sus Scrofa L.* (*Sicefalo-Sinolo*) (con figure intercalate) XII

S. Scalia — *Sopra alcune singolari formazioni montuose del Messico* (con figure intercalate) XIII

A. Bemporad — *Sul modo di variare della radiazione solare durante le fasi di un' eclisse* (con figure intercalate) XIV

G. Trovato Castorina — *Effetti magnetici del fulmine sulle lave dell' Etna* (con figure intercalate) XV

U. Drago — *Ricerche « Sull' attrazione » delle cellule sessuali* . XVI

S. Scalia — *I fossili postpliocenici della contrada Salustro, presso Motta S. Anastasia* XVII

S. Di Franco — *Gli inclusi nel basalte dell' isola dei Ciclopi* (con una tavola) XVIII

G. Lauricella — *Sui potenziali elastici ritardati* XIX

E. Boggio-Lera — *Sulla radioattività di alcune terre* XX

Giulio Trinchieri — *Contributo allo studio della* « Caulifloria » (con due figure intercalate). XXI

3 2044 093 259 315